BUDIJA GORAN: ČIŠĆENJE, ZAŠTITA I ODRŽAVANJE UMJETNIČKIH PREDMETA I STARINA OD METALA

Verzija 2026.

OSNOVNE METODE ČIŠĆENJA UMJETNIČKI OBLIKOVANIH PREDMETA I STARINA OD METALA, SADRŽAJ

MEHANIČKO ČIŠĆENJE……5

KEMIJSKO ČIŠĆENJE…… 7

ELEKTROKEMIJSKO ČIŠĆENJE……. 8

ELEKTROLITSKO ČIŠĆENJE…… 9

ULTRAZVUČNO ČIŠĆENJE……9

ČIŠĆENJE LASEROM I PLAZMOM…… 10

OBRADA MEHANIČKI OŠTEĆENIH PREDMETA……10

OBRADA PREDMETA KOD KOJIH JE METAL KOMBINIRAN SA DRUGIM ORGANSKIM ILI NEORGANSKIM MATERIJALIMA …… 12

OBRADA PREDMETA SA OŠTEĆENOM PREVLAKOM OD DRUGOG METALA……17

IZRADA NEDOSTAJUĆIH DIJELOVA……18

ZAŠTITA I ODRŽAVANJE……19

RECEPTURE ZA RAD:

ZLATO…… 23

SREBRO……28

BAKAR I SLITINE……41

ŽELJEZO I ČELIK……55

KOSITAR……68

CINK……71

OLOVO…… 76

ALUMINIJ……80

PRIPREMA ZAŠTITNIH PREVLAKA…… 85

KUPKE ZA GALVANOPLASTIKU……------90

METALI KOJE RJEĐE SREĆEMO U MUZEJSKIM I PRIVATNIM ZBIRKAMA…… …..91

LITERATURA POSVEĆENA KONZERVACIJI METALA……94

KORISNE WEB STRANICE…… …….105

DOWNLOAD FREE KNJIGE…… ……119

DOWNLOAD FREE MATERIJALI SA KONFERENCIJA…… ..123

DOWNLOAD FREE BA,MA I PhD TEZE……---------124

VIDEO ZAPISI VEZANI UZ KONZERVACIJU METALA…… 134

PREPORUČENI SOFTWARE……137

ADRESE NABAVLJAČA……138

IZJAVA AUTORA……139

DODATAK I:

KRATKI POJMOVNIK TEHNIKA UMJETNIČKE OBRADE METALA.....140

DODATAK II:
OSNOVE KEMIJSKOG BOJENJA METALA....145

DODATAK III:

ČIŠĆENJE, ZAŠTITA I ODRŽAVANJE.PONIKLANIH PREDMETA.

.....147

DODATAK IV:

ČIŠĆENJE,ZAŠTITA I ODRŽAVANJE KROMIRANIH PREDMETA.....155

OSNOVNE METODE ČIŠĆENJA UMJETNIČKI OBLIKOVANIH PREDMETA I STARINA OD METALA

MEHANIČKO ČIŠĆENJE:

Metalne predmete koje čistimo prije čišćenja obavezno rastavimo- ako je to moguće. Ukoliko je predmet složeniji obavezno ga prije rastavljanja skiciramo ili fotografiramo kako kasnije ne bi imali problema sa sastavljanjem(ovaj postupak prethodi svakom čišćenju – što se tiče muzejskih predmeta sve faze rada se obavezno dokumentiraju na odgovarajući način).Kod uklanjanja tanjih korozionih slojeva kao osnovno i najjednostavnije sredstvo koristimo smjesu vode i taložene krede. Umjesto vode u određenim se slučajevima možemo poslužiti i alkoholom ,acetonom odnosno benzinom ili nekim uljem(parafinsko,laneno,suncokretovo). Smjesu nanosimo bilo mekom krpom ili vatom, bilo tvrđim kistom ili četkicom za zube. Možemo koristiti i rotirajuće četkice od prirodnih ili umjetnih materijala .Radimo najčešće pomoću zlatarskog motora sa gibljivom osovinom a možemo raditi i sa modelarskim motorima koji su u odnosu na prve znatno jeftiniji. Teže uklonjive točke, te deblje i tvrđe korozione slojeve uklanjamo bilo skalpelom bilo malim dlijetima te iglama od metala, drveta ili kosti odnosno plastike. Pri radu na arheološkim predmetima možemo se u određenim

situacijama koristiti i zlatarskim vibracionim dlijetom, te aparatom za mikropjeskarenje(isključivo uz pažljivo i primjereno odabran abraziv!) i najrazličitijim rotacionim alatima koji se koriste u zlatarstvu. Raditi treba pažljivo i koncentrirano jer premda je mehaničko čišćenje često jedini mogući način ono ujedno predstavlja najveću opasnost po predmete. Nepažnjom vrlo lako možemo uništiti neke detalje poput finih tragova srebrnarskog čekića, cizeliranja, graviranja ili iskucavanja odnosno kovanja. Tragovi turpijanja ili ostaci pozlate ,posrebrenja ili neke druge prevlake(npr.toniranih lakova) ,te raspored i veličina uglačanih ploha mogu se potpuno ukloniti ili izmijeniti ako radimo bez osjećaja za materijal .Tako obrađeni predmeti gube velik dio svoje autentičnosti,te se mogu u smatrati devastiranima.

Predmete sa tanjim korozionim slojem nikada ne čistimo do potpuno ogoljene, metalne površine. U udubljenim ,čišćenju nedostupnim mjestima ostavimo dio patine i to samo kod predmeta sa izrazito tankim korozionim slojem. Predmeti sa potpuno uklonjenom patinom upućuju na potpuno nepoznavanje i nerazumijevanje identiteta predmeta te su očigledan dokaz neznanja onog tko ih je čistio(ovo se prije svega odnosi na iskucane, reljefno ukrašene predmete).Dakako umjetno patiniranje predmeta također nikako nije poželjno riješenje,najbolje je predmete neko vrijeme(nekoliko

mjeseci) povremeno uglačati krpom za poliranje srebra(ili bakra ili mjedi),dok se ne stvori tanki sloj patine u udubljenim mjestima.

KEMIJSKO ČIŠĆENJE

Najjednostavnija sredstva za kemijsko čišćenje metala su zapravo kombinacija mehaničkog i kemijskog čišćenja. Dodatkom iscrpine korijena biljke sapunike(Saponaria Officinalis) krednoj kaši dobivamo blago sredstvo za čišćenje koje u sebi kombinira abrazivno djelovanje krede s djelovanjem prirodnih saponina. U svježem stanju ovo je sredstvo potpuno neutralno dok nakon nekoliko dana reagira blago kiselo a osim masnoće i prašine ono uklanja i tanje korozione slojeve. Umjesto spomenute otopine krednoj kaši možemo dodati i amonijak(par kapi!) ili neki neutralan ili blago alkalan detergent.

Prava sredstva za kemijsko čišćenje najčešće su kisele ili alkalne, te neutralne vodene otopine, dok se druga otapala koriste rjeđe. Najvažnije svojstvo spomenutih je da rastvaraju korozioni sloj a ne nagrizaju ili minimalno nagrizaju sam metal koji čistimo.

Njihov osnovni nedostatak je da u pravilu uklanjaju i izvorni sloj patine te tako obrađeni predmeti gube svoj izvorni sjaj te ih po čišćenju moramo ponovo uglačati. Idealno bi bilo da predmete povremeno uglačamo posebnom krpom za glačanje metala ,najbolje tokom bar 2,3 mjeseca.Za to vrijeme na udubljenim glačanju nedostupnim mjestima stvorit će se tanak sloj patine. Po formiranju

spomenutog možemo predmete po želji zaštiti lakom ili voskom te ih eventualno zamotati u specijalnu tkaninu ili papir za umatanje metala i spremiti ih u kutije od bezkiselinskog kartona. Ako su nam i papir i tkanina i bezkiselinski karton nedostupni najjednostavnije je predmete spremiti ili još bolje zavariti u polietilenske vrećice. Na kraju treba posebno istaknuti da predmete po kemijskom čišćenju obavezno temeljito isperemo ,kako ostaci korištenih kemikalija ne bi doprinosili ponovnom aktiviranju korozionih procesa.

Obojene metalne predmete pak kemijskim putem čistimo pomoću otapala ili primjenom gotovih sredstava za skidanje stare boje. Sredstva za skidanje stare boje na bazi metilen klorida ili dimetil formamida mogu se koristiti i za čišćenje predmeta od kositra ,cinka i olova. Kod velikih predmeta ili u slučaju da želimo očistiti samo određeni dio predmeta otopine možemo pomiješati sa metilceluloznim ljepilom za tepete. Dobiveni gel nanesemo na predmet te ga nakon nekog vremena dobro isperemo i postupak po potrebi ponovimo. Kod rada sa otapalima koja se ne miješaju s vodom otopinu ugustimo pomoću parafina(benzin, trikloretilen, white spirit) ili nekog inertnog materijala poput talka.

ELEKTROKEMIJSKO ČIŠĆENJE

Kod ove vrste čišćenja koristimo neku alkalnu ili kiselu otopinu te cink ili aluminij, većinom u vidu lima, strugotina ili praha kao izvora elektrona. U kombinaciji sa prije spomenutim gelom možemo

koristiti i aluminijsku foliju. Možemo raditi i sa tamponima vate koje natopimo otopinom te ih naprašimo metalnim prahom-. Tamponom trljamo predmet do željenog rezultata,te na kraju dobro isperemo.

ELEKTROLITIČKO ČIŠĆENJE

Za razliku od prethodne metode ovdje električnu energiju dovodimo izvana- radimo ili pomoću baterija, te akumulatora ili se koristimo niskonaponskim transformatorima(najbolji su oni koji se koriste u galvanotehnici).U pravilu se predmet veže na minus pol izvora istosmjerne struje, te uranja u otopinu elektrolita ,u koji je već uronjena ploča od nehrđajućeg čelika spojena na plus pol. Kao elektrolit koristimo najčešće neku alkalnu ili rjeđe kiselu otopinu.

ULTRAZVUČNO ČIŠĆENJE

Ova se metoda uprkos dugotrajne primjene u industriji i zanatstvu nerado koristi za čišćenje umjetnički oblikovanih metalnih predmeta. Predmete uronimo u neku od otopina za kemijsko čišćenje, te ih izložimo djelovanju ultrazvuka(bolje više puta na kratko,nego jednom duže!).Umjesto vlastitih otopina možemo koristiti i komercijalne proizvode. Suha se varijanta ovog procesa, tkz. ultrazvučno dlijeto već dulje vrijeme uspješno koristi za rad na arheološkim predmetima.

ČIŠĆENJE LASEROM TE PLAZMA REDUKCIJA

Ove dvije tehnike danas u svijetu imaju sve veće značenje no ovdje ih tek spominjemo pošto je oprema za provođenje istih kod nas zasad nedostupna(Hrvatski restauratorski zavod navodno posjeduje 2 laserska uređaja za čišćenje/2015./ - danas /2025./ su kineski proizvođači decimirali cijene lasera sa 30000 eura na oko 3000, + carina i transport,te prodaju i modele koji se mogu koristiti i za čišćenje i za zavarivanje!).

OBRADA MEHANIČKI OŠTEĆENIH PREDMETA

Mehanički oštećene metalne predmete-znači prije svega predmete koji su polomljeni najjednostavnije spojimo lijepljenjem. Pri tom se možemo koristiti i ojačanjima od staklene tkanine te klinovima. U nekim situacijama možemo predmet spojiti i vijcima ili zakovicama. Tvrdo i meko lemljenje koliko je to god moguće izbjegavamo a primjenjujemo ga samo ako je to zaista neophodno dok su na arheološkim predmetima,te predmetima sa prevlakom od drugog metala ti postupci apsolutno isključeni. Ukoliko se odlučimo za tvrdo lemljenje onda sa predmeta obavezno uklanjamo i najmanje(!!!) ostatke mekog lema- ova napomena posebno važi za srebrne i zlatne predmete. Zavarivanje dolazi u obzir samo kod velikih predmeta i to isključivo ako dobro vladamo samim postupkom zavarivanja. Na

manjim predmetima eventualno bi se moglo primijeniti zavarivanje laserom, no u ovom trenutku je takva oprema kod nas nedostupna(treba istaknuti i da su se danas/2010./ kao znatno jeftiniji i dovoljno precizan nadomjestak pojavili aparati za precizno TIG/WIG zavarivanje-njemački Puk 5 ,te američki Orion-kao i kod lasera glavno polje primjene u industriji nakita od plemenitih metala,i ovdje su kineski proizvođači srušili cijene sa 5 500 eura na oko 600 + trasport i carina,a i američki su proizvođači počeli prodavati i jeftinije,manje kompleksne modele za oko 1200 eura/ 2025./!). Kod predmeta sa ulubljenjima ili sličnim deformacijama ravnanju odnosno ispravljanju istih također prilazimo uz najveći mogući oprez. Pri tome koristimo različita dlijeta(tkz. punce) i čekiće te nakovnje od metala, drveta ili plastike. Pliće ogrebotine zapunjavamo pomoću neke plastične mase kojoj dodamo odgovarajući metalni prah a mogli bismo ih zapuniti i galvanskim putem. Kod jako deformiranih arheoloških predmeta možemo izraditi galvanoplastičke kopije istih te ispravljanje i ravnanje izvesti na kopiji- postupak je složen ali i etički korektniji od zagrijavanja i mehaničke obrade originalnog predmeta (promjena izvorne strukture materijala).Danas (2021.) se ovdje mogu koristiti i tehnike 3 D skeniranja,3 D modelacije i 3 D ispisa,cijeli se postupak može izvesti virtualno te se tek po dobivanju zadovoljavajućeg izgleda predmeta može izraditi kalup za lijevanje ili galvanoplastiku.

OBRADA PREDMETA KOD KOJIH JE METAL KOMBINIRAN SA DRUGIM ORGANSKIM ILI NEORGANSKIM MATERIJALIMA

Drago i poludrago kamenje

U principu ne koristiti nikakva otapala,već isključivo destiliranu vodu,te eventualno 10% otopinu biljke sapunike(Saponaria Officinalis).Posebno paziti kod rada na poroznom dragom i poludragom kamenju,poput malahita,opala,kalcedona,krizoprasa,ahata,karneola,lapisa,žada i tirkiza.Posebnu pozornost zahtijeva i drago kamenje podloženo obojenim metalnim folijama,u tom slučaju tekućine nikako ne smiju doći u dodir s folijom.

Nipošto ne koristiti ultrazvučno čišćenje niti parni čistač!

Emajl

U principu dobro očuvane povijesne predmete možemo čistiti tamponima minimalno natopljenim destiliranom vodom.Kod arheoloških predmeta isključivo pažljivo mehaničko čišćenje.Kao jednostavno ljepilo može se koristiti ugušćena otopina Paraloida B 72.Nedostajuće dijelove upotpunimo pomoću Paraloida B 72 pomiješanog s pigmentime,ili u slučaju transparentnog emajla bojiteljima.

Nielo

Nijelirane (tulirane) predmete nipošto ne čistiti kemijski,već isključivo mehanički.Nedostajuće dijelove upotpuniti crno pigmentiranim Paraloidom B 72.

Otprsle dijelove podljepimo sa ugušćenom otopinom Paraloida B 72 ili B 67 (topiv u white spiritu!).

Orijentalni lak - urushi

Zahtijeva potpuno drugačiji pristup od na zapadu uobičajenih lakova.Može ga se naći na japanskom oružju i ratničkoj opremi.Nabolje prepustiti ekspertu za ovaj materijal.Kitati sa mješavinom 6-8% polivnil alkohola i krede (može se koristiti i Rhoplex WS 24 akrilna disperzija).Japanski konzervatori pak koriste isključivo tradicionalne tehnike,no kako je sam urushi otrovan materijal,te izaziva alergijske reakcije,ove se metode na zapadu nisu rado koristile. Čistiti minimalno vodom natopljenim tamponima.Boja starih predmeta može se oživiti tako da ih istrljamo lanenim uljem natopljenom tkaninom.Objekte čuvati u prostorima sa što manjim oscilacijama RV zraka,najbolje oko 50% RV,te ih štititi od UV zračenja.

Jantar

Nikako ne čistiti pomoću otapala,nikako ne čistiti ultrazvukom niti parnim čistačem,isključivo koristimo destiliranu vodu, eventualno mješavinu vode i etanola(dodamo i do 0,5% umreživača).Za ljepljenje se mogu koristiti razne voštano smolne mješavine,zavisno o boji samog jantara.Jedna od mogućnosti je i korištenje 10% otopine kanada balzama u toluolu-Arheološki materijal čistimo isključivo mehanički.

Moguća je i primjena natapanja tekućim parafinom,u svrhu učvršćenja i poboljšanja boje arheološkog jantara.

Po jednom korejskom istraživanju za konsolidaciju se može koristiti i Paraloid B 67 otopljen u ksilenu(navodno pokazao se stabilnijim od white spirita,u kojem je B 67 inače topiv). Čuvati od svijetla i visoke temperature,te niske vlažnosti ili jakih oscilacija u vlažnosti zraka,kod predmeta od metala i jantara ne koristiti korozione inhibitore !

Gagat

Čistiti pomoću minimalno destiliranom vodom natopljenih tampona,eventualno otopinom biljke sapunike(Saponaria officinalis, 50 gr suhog korijena /1 lit vode).Arheološki materijal čistiti isključivo mehanički.Za ljepljenje arheološkog materijala koristiti voštano

smolne mješavine ili ugušćenu otopinu Paraloida B 72 ili B 67 (topiv u white spiritu!).

<u>Koralji</u>

Čistiti tamponima natopljenim destiliranom vodom,ili mješavinom destilirane vode i etanola.Nipošto ne čistiti ultrazvukom niti parnim čistačem,nikako ne dovoditi u dodir s kiselinama!

<u>Biseri</u>

Za čišćenje povijesnih objekata koristimo mješavinu od 70% etanola i 30 % slabe amonijačne vode(1%).Za uklanjanje površinskog sloja koji je izgubio sjaj može se koristiti 3-5% EDTA,po ovoj obradi isprati destiliranom vodom ,pa prvo 80% ,a zatim 90%,pa čistim etanolom.

Nipošto ne čistiti ultrazvukom niti parnim čistačem!

Kod arheoloških nalaza predmete tretirati što prije,najbolje već kod iskapanja,čistiti isključivo mehanički,konsolidirati sa 2% Paraloidom B 72,u slučaju suhih nalaza (prvo natopiti otapalom u kojem je otopljen i sam Paraloid) ,kod vlažnih ili mokrih nalaza koristiti Rhoplex WS 24(akrilna disperzija).

Nešto novija ruska literatura kao zaštitnu prevlaku preporuča korištenje bijeljenog pčelinjeg voska otopljenog u white spiritu ili medicinskom benzinu.Za ljepljenje preporučuju riblje tutkalo u mješavini vode i alkohola(7/3),uz dodatak 1% katamina AB kao

biocida.Za čišćenje koristiti neionogeni detergent 2-3%,u mješavini vode i alkohola.Nipošto ne izlagati dužem kontaktu s vodom,čuvati od naglih promjena temperature te visoke temperature,zagađenog zraka i jakog svijetla!Ne dovoditi u kontakt sa kiselim ili alkalnim otopinama(uključujući sapunicu)!Sve navedeno važi i za sedef!

<u>Vosak</u>

Ovaj se materijal rijetko koristi zajedno sa metalom,eventualno kod voštanih imitacija cvijeća,te devocionalija.Vrlo osjetljiv na lomljenje ,svijetlo,te povišenu temperaturu i prašinu.Za lijepljenje predmeta od pčelinjeg voska koristiti riblje tutkalo.Kod tvrđih voskova ili mješavina istih možemo zavisno o predmetu,koristiti Mowilith 30 ili Lascaux 498 HV.

Ruska literatura preporuča i otopine polimera topivih u etanolu(polivinil butiral,polivinil acetat).Za čišćenje preporučuju otopine polimera u mješavini etanola i vode(9/1,7/3),prije svega 5 % polivinilbutiral ili poliamid 3 %,otopinu nanesemo na predmet,po isparenju otapala zaostaje elastična prevlaka koju potom uklonimo i koja na sebe veže i sve nečistoće.

OBRADA PREDMETA SA OŠTEĆENOM PREVLAKOM OD DRUGOG METALA

U obnovu djelomično ili potpuno uništenih prevlaka upuštamo se samo nakon dobrog promišljanja o potrebi istog zahvata. Prevlake obnovimo ili galvanskim putem (ako su i same galvanski izvedene) ili pomoću listića ili praha nanešenog na ljepljivi lak tj. mikstion. Idealno bi bilo da mjesta sa očuvanom izvornom prevlakom zaštitimo nekim lakom(u svrhu izolacije!)te obnovimo prevlaku samo na mjestima gdje je potpuno istrošena. Kao alternativu galvanskim prevlakama možemo koristiti i postupke dobivanja metalnih prevlaka utrljavanjem, uronjavanjem, kontaktnim taloženjem i reduktivnim putem – ovako dobivene prevlake izrazito su tanke te se po potrebi lakše uklanjaju. Danas se na evropskom tržištu mogu naći i specijalne boje koje vrlo dobro imitiraju metalne prevlake(Mirrachrome boja, trenutačno oko 35 britanskih funti/100 ml,kod nas se može kupiti talijanska Suppachrome boja,komplet oko 5000 kn). Sve ove prevlake na kraju obavezno

zaštitimo nekim lakom ili rjeđe

voskom.

IZRADA NEDOSTAJUĆIH DIJELOVA

Nedostajuće dijelove najlakše izvedemo u nekoj plastičnoj masi(uzmemo silikonski otisak odgovarajućeg dijela te ga izlijemo u plastici) .Ovaj je postupak razmjerno jednostavan i što je najvažnije ovakve su nadoknade potpuno reverzibilne. Plastiku obojimo bilo površinski bilo u masi a možemo joj primiješati i prah odgovarajućeg metala ili je prevući odgovarajućim metalom pomoću galvanizacije. U izradu rekonstrukcija u izvornoj tehnici i materijalu upuštamo se samo ako zaista dobro vladamo obradom dotičnog materijala – u tom slučaju rekonstruirane dijelove obavezno posebno označimo, najbolje godinom izrade ili koso ugraviranim crtama(na stražnjoj strani).Danas(2025.) možemo koristi i trodimenzionalnim ispisom dobivene rekonstrucije (bilo za kalup bilo za direktan ispis u plastici ili metalu).

Možemo koristiti i galvanoplastiku(otisak predmeta ili željenog uzorka galvanskim putem prevlačimo do nekoliko milimetara debelim slojem metala, sam otisak najčešće je od silikona, dakle nevodljivog

materijala tako da ga prvo moramo učiniti vodljivim,bilo utrljavanjem grafitnog ili finog metalnog praha, ili pomoću elektrovodljive boje na bazi srebrnog ili bakrenog praha ,bilo kemijskim putem-reduktivnim srebrenjem ili bakrenjem), te lijevanje u metalu. Sastav novoodlivenih dijelova mora u tom slučaju biti što bliži sastavu originala(u principu, no u nekim slučajevima možemo koristiti i kositar ili neki drugi lako topiv metal).

ZAŠTITA I ODRŽAVANJE

Osnovna metoda zaštite metalnih umjetnina i starina zasad je najčešće lakiranje ili nešto rjeđe voštenje (na tehničkim spomenicima i oružju koristiti se mogu i uljni premazi,te masti)te kombinacije ovih dviju postupaka.Od lakova se danas još uvijek najviše koriste akrilni,od voskova mikrokristalni,treba naglasiti i da je ruska literatura preporučala i mješavine akrilnih,te polivinil butiral smola sa modificiranim silanima. Primjena korozionih inhibitora nije raširena

osim ako se izuzme primjena benzotriazola (korozioni inhibitor za bakar i njegove slitine ,te srebro, (isključivo se koristi na željezu no

ima indikacija da bi se mogao
koristiti i na aluminiju te cinku i bakru).Korištenje se istih na
žalost ne može olako i općenito
preporučiti – posebno ne onih parnofaznih(štite predmete pomoću
svoje hlapivosti),prije svega
obzirom na mogući utjecaj kako na zdravlje osoba koje s njima rade
tako i na posjetitelje muzeja ,te
druge materijale . Danas se radi

na ispitivanju primjene manje toksičnih(4 metilimidazol, 2merkaptobenzotiazol,3etil4 metil5 imidazol,DMO2) te netoksičnih i ekološki prihvatljivih korozionih inhibitora(ispituju se različite otopine na biljnoj bazi,inhibitorna bazi iscrpine duhana patentiran je još 1994.,ekstrakt sjemena opuncije je također jedan od ispitanih i perspektivnih,ispitano je i korštenje kadulje).
Preporučiti se može i upotreba posebnih tkanina ,papira i plastičnih vrećica za umatanje odnosno
spremanje metalnih predmeta (isti su impregnirani sredstvima koja na sebe vežu plinove koji utječu
na koroziju metala). Najjednostaviji oblik zaštite je zatvaranje ili još bolje zavarivanje u vrećice od polietilena(štiti od prašine i zagađenog zraka). Idealna temperatura za držanje predmeta bila bi

10-15 C (s izuzetkom kositra min .13,2 C).

Kod arheoloških predmeta mogu se eventualno preporučiti i niže vrijednosti,recimo 3 - 5 C.

Relativna vlaga u prostoru u kojem čuvamo ili izlažemo predmete trebala bi biti ne viša od 40 %

(idealna vrijednost,maksimalno 65%,nikako više,naročito ne na duže vremensko razdoblje!),a u

slučaju arheoloških predmeta sa aktivnim kloridima i znatno niža (12 - 15 % za željezo,30 - 35 % za

bakar i slitine!).Predmete kod kojih je metal kombiniran sa organskim materijalom(kost, bjelokost,

rožina, kornjačevina, perje, koža, tekstil, papir) ne bi trebalo izlagati relativnoj vlazi zraka manjoj od

45 %. Posebno vrijedne objekte najbolje je čuvati u komorama s dušikom ili argonom. Predmete ne bi trebalo

držati u kutijama od običnog kartona ili papira, niti u ladicama ili kutijama od drveta ili iverice te

šperploče(ovo se odnosi i na vitrine za izlaganje predmeta). Vuna i filc također se ne preporučuju za

umatanje metalnih predmeta, niti bi predmete trebalo držati u vitrinama obloženim spomenutim

materijalom.Pri izradi vitrina za izlaganje ili polica u čuvaonicama ne koristiti polivinil acetatna

ljepila(Drvofix). Jačina osvjetljenja ne bi trebala prelaziti 150 luksa dok bi za predmete koji su

izrađeni od metala i materijala osjetljivih na svijetlo ta vrijednost bila znatno niža najbolje oko 50

luksa (papir, plastika, perje, sedef, biseri, bjelokost ,jantar, tkanine).Predmete čuvati od prašine,UV zračenja,te zagađenog zraka.

Obavezno što češće kontrolirati stanje predmeta!

Na kraju istaknimo da pri rukovanju sa povijesnim predmetima obavezno koristimo bijele pamučne rukavice,kod onih arheoloških lateks ili nitrilne .

RECEPTURE ZA ČIŠĆENJE POJEDINIH METALA

ČIŠĆENJE PREDMETA OD ZLATA:

OSNOVNI PODACI:

Kemijski simbol Au-od latinskog aurum

Talište- 1063 C

Specifična težina- 18,8 g/

cm3 Tvrdoća po Brinell-u

18,5 Boja- žuta

Približno vrijeme početka raširene uporabe: 5000. - 4000. prije Krista

Važnije osobine- najplemenitiji metal, u čistom obliku premeko za preradu u nakit ili posude ,stoga ga se legira sa srebrom ili bakrom u slučaju žutog ili crvenog ,te ružičastog i zelenkastog zlata ,kod bijelog zlata kao dodaci još dolaze najčešće nikl ili paladij, dade se izvrsno kovati ,te se može izvući u najtanju žicu, izrazito otporno na koroziju, otpornost opada sa povećanjem količine drugih metala, slitine sa do 20% primjesa vrlo su otporne na koroziju.

Važnije slitine - žuto ,crveno ,ružičasto ,zelenkasto i bijelo zlato(u pravilu se stapa sa bakrom i srebrom ,kod bijelog zlata sa paladijem, srebrom, platinom, cinkom ili niklom- ove slitine mogu biti različitih finoća ,pod finoćom podrazumijevamo količinu zlata na 1000 dijelova slitine ,najčešće su slitine sa 333,585 i 750 dijelova zlata).Od slitina više povijesnog značaja treba spomenuti elektrum(sa

srebrom,antička slitina),tumbagu(sa bakrom, korištena na teritoriju srednje i sjeverne južne Amerike),shakudo (sa bakrom,japanska slitina,92-98 Cu+2-8 Au).

OPĆE NAPOMENE :Zbog mekoće materijala posebno treba biti oprezan kod mehaničkog čišćenja arheoloških predmeta. Kemijskim putem čistimo samo novije ili predmete sa dobro očuvanom metalnom jezgrom. Kako je zlato najčešće stopljeno sa bakrom ili srebrom za čišćenje možemo koristiti i otopine za čišćenje spomenutih metala. Pozlaćene predmete čistimo ovisno o osnovnom metalu.

1.1 ČIŠĆENJE AMONIJAČNOM VODOM

Vrućoj vodi dodamo par kapi amonijaka(25%).Nakratko uronimo predmete te ih iščetkamo četkicom za zube ili kratko ošišanim kistom. Umjesto amonijačne vode možemo koristiti i otopinu biljke sapunike(Saponaria Officinalis).Na kraju dobro isprati! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

1.2 ČIŠĆENJE KISELOM OTOPINOM

1-25 dijelova sumporne kiseline

1-10 dijelova klorovodične kiseline

1-15 dijelova natrijevog

hipoklorita

1 litra destilirane vode

Samo za neporozne, masivne predmete! Koncentracija ovisi o debljini korozionog sloja. Po završetku dobro isprati, te neutralizirati eventualni ostatak kiseline, najbolje 5% otopinom natrij eva bikarbonata. Ne koristiti na arheološkom materijalu!

1.3 SAPUN ZA POLIRANJE ZLATA

25 dijelova običnog tvrdog sapuna za rublje

1 dio kositrenog pepela

2 dijela amonijevog karbonata

4 dijela taložene krede

Umiješati sa što manje vode te pomoću četkice za zube čistiti predmete. Dobro isprati!Receptura ne potječe iz restauratorske već iz obrtničke literature! Ne koristiti za rad na arheološkom materijalu!

1.4 OTOPINA ZA ČIŠĆENJE PLEMENITIH METALA

300 gr natrijevog tiosulfata

1 litra destilirane vode

Uronjavati predmete. Povremeno vađenje i četkanje ubrzava proces. Dobro isprati! Receptura ne potječe iz restauratorske već iz obrtničke literature! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

1.5 ČIŠĆENJE ULTRAZVUKOM

50 ml kalijevog sapuna

10 ml oksalne kiseline(10% otopina)

10 ml etanola

15 ml amonijaka

1 lit destilirane vode

Predmete izlagati ultrazvuku 3 - 5 minuta.Ako treba ponoviti.Dobro isprati.Ne koristiti na arheološkom materijalu!

1.6 ARCHAEOPLEX pasta

sastav 5% Edta, 70% dest. voda, 15% Aerosil (kao uguščivač,), 15% etil Alkohol i 5% Mravlje kiseline.Korištena za uklanjanje bakrenih korozionih produkata istaloženih na zlatnim aplikacijama na nebeskom disku iz Nebre.

1.7 IDENTIFIKACIJA ZLATA

IDENTIFIKACIJA KISELOM OTOPINOM KOSITAR KLORIDA

I.37 gr natrijevog klorida otopiti u 1oo ml destilirane vode

II.5 gr bezvodnog kositar klorida otopiti u 1o ml vode

III.otopini kositar klorida polako dodati 9 ml klorovodične kiseline

IV.na kraju otopini dodati još 6 ml vode i dobro izmiješati

Komadić filter papira natopimo slanom vodom ,te ga prihvatimo pincetom koju spojimo na minus pol 9 voltne baterije. Predmet koji ispitujemo spojimo na plus pol te ga nakratko dodirnemo

natopljenim papirom koji držimo pincetom-cca 10 sekundi. Na papir nakon toga kapnemo kap otopine kositar klorida. Ako se pojavi crna boja radi se o zlatu. Odmah dobro isprati! Probu raditi na stražnjoj strani predmeta, ili na nekom neuočljivom mjestu!

ČIŠĆENJE PREDMETA OD SREBRA

OSNOVNI PODACI:

Kemijski simbol Ag-od latinskog argentum

Talište- 960 C

Specifična težina –10,5 g/cm3

Tvrdoća po Brinell-u 26

Boja- blještavo bijela

Boja uobičajenih korozionih slojeva- crna (sulfid, oksid)

Boja aktivne korozije- bijela do prljavo smeđe siva (klorid)

Približno vrijeme početka raširene uporabe: 4000.-3000. prije Krista

Važnije osobine- plemeniti metal, izvrstan vodič električne struje ,po kovnosti tek malo zaostaje za zlatom, osjetljivo na prisutnost sumpornih spojeva u atmosferi- u prisutnosti istih s vremenom pocrni ,kao i zlato u čistom stanju premeko za preradu, stoga se legira sa bakrom, kod slitina za lemljenje kao dodaci dolaze i cink ,kadmij(nekada) ,te kositar.

Važnije slitine - srebro finoće 800,835,900,925,950 (pod finoćom podrazumijevamo količinu srebra na 1000 dijelova slitine, ostatak u pravilu bakar- danas (od 2005.) se na evropskom i američkom tržištu može naći i patentirana slitina od 925 dijelova srebra,ostatak bakar i mala količina germanija ,ova slitina vrlo je otporna na tamnjenje/ Argentium sterling srebro/).

OPĆE NAPOMENE: Arheološke predmete u principu radije čistimo mehanički a kemijskim metodama pribjegavamo samo nakon dobrog promišljanja o potrebi i mogućim posljedicama istog. Kod povijesnih predmeta prvo koristimo najblaža sredstva a tek ako ista zakažu radimo kemijskim putem ili elektrolitski. Glavni problem kod arheoloških nalaza kloridna korozija,kod novijih sulfidna.

2.1 ČIŠĆENJE OTOPINOM NA BAZI TIOUREE

80-100 gr tioure

15 ml klorovodične kiseline

1 litra destilirane vode

Uronjavati predmete. Dobro isprati! Povremeno vađenje i četkanje četkicom za zube ubrzava proces! Postoji i varijanta sa 80 gr tiouree/ 20 gr dušične kiseline/ 1 lit. vode-ista se preporuča i za čišćenje kromiranih te bakrenih površina. Tiourea se sumnjiči za kancerogenost, stoga raditi u rukavicama, izbjegavati dodir sa otopinom ,ne udisati prah niti plin koji se razvija za vrijeme čišćenja! Spomenuti je plin(sumporovodik) ujedno i zapaljiv te zato ne raditi kod otvorenog plamena ili izvora iskrenja! Dobro isprati !Ne koristiti na arheološkom materijalu!Razrijeđena se otopina (1 l otopine/1-3 lit vode) može koristiti za ultrazvučno čišćenje!Danas se zbog otrovnosti (2021.) više ne preporuča korištenje ove otopine!

2.2 ČIŠĆENJE ELEKTROLIZOM

20- 50 gr natrijevog hidroksida

l litra destilirane vode

anoda(+) od nehrđajućeg čelika,površina anode približno jednaka površini predmeta, predmet spajamo na minus pol(katoda/-/),cca 6-12 V, max 2A/dm2

Predmet mora biti potpuno uronjen u otopinu. Proces ubrzava povremeno vađenje i četkanje. Umjesto natrijevog hidroksida možemo koristiti i natrijev ili kalijev karbonat te natrijev tetraborat.Kod sulfidom prevučenih predmeta za vrijeme procesa razvija se sumporovodik-isti je plin otrovan i zapaljiv-ne udisati plin,ne raditi kod otvorene vatre ili izvora iskrenja! Na kraju dobro isprati! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.3 ČIŠĆENJE KREDNOM KAŠOM

Najfiniju taloženu kredu i vodu pomiješamo u gustu kašu. Možemo dodati i malo amonijaka ili nekog detergenta. Nanositi četkicom za zube ili tamponom vate. Pri čišćenju ne koristiti pritisak! Dobro isprati!Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.4 ČIŠĆENJE KOMPLEXONOM III(kod nas kompleksal III/EDTA) Vidi 3.6!Za jako korodirane predmete!Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.5 KUPKA NA BAZI AMONIJEVOG TIOSULFATA

150 gr amonijevog

tiosulfata

10 gr neionskog detergenta

1 lit. destilirane vode

Predmete uroniti u otopinu. Veće predmete prelijevati. Uklanja i deblje slojeve klorida te sulfid! Dobro isprati! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.6 KUPKA NA BAZI NATRIJEVOG TIOSULFATA

300 gr natrijevog tiosulfata

1 litra destilirane vode

Otapa sulfid i oksid! Djeluje brzo ,stoga paziti! Dobro isprati !Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.7 ELEKTROKEMIJSKA REDUKCIJA

-25% otopina mravlje kiseline(ili octene ili limunske)

aluminijski ili cinčani opiljci

Koristi se za deblje korozione slojeve. Predmet stavimo u plastičnu ili staklenu posudu u kojoj se već nalaze opiljci ili gruba strugotina i otopina. Može se koristiti i lokalno- tampone vate natopimo otopinom i pospemo strugotinom te čistimo predmet. Na kraju dobro isprati, najbolje uz prethodnu neutralizaciju 20 % otopinom sode bikarbone! U principu ne koristiti na arheološkom materijalu!

Može se koristiti i varijanta od 9 gr sode bikarbone i 9 gr kuhinjske

soli otopljenih u litri vode,koristimo vrelu otopinu u aluminijskom loncu ili sa predmetima umotanim u alu foliju.

2.8 ALKALNO DITIONITSKA REDUKCIJA

40 gr natrijevog hidroksida

50 gr natrijevog ditionita($Na_2S_2O_4$)

1 litra destilirane vode

Otopimo hidroksid u vodi te odmah po njegovom potpunom otapanju tekućinu ulijemo u do ruba napunjenu posudu koja se može hermetički zatvoriti(ulaženje zraka pretvorilo bi ditionit u sulfat!) i u kojoj se već nalaze predmeti. Dodamo ditionit i zatvaramo posudu. Proces traje tjedan dana i za to vrijeme posudu svaki dan protresemo. Po vađenju predmete isperemo i očetkamo od srebrnog praha. Ovim postupkom obrađeni predmeti imaju poroznu površinu. Obavezno raditi u rukavicama! Ditionit čuvati na suhom jer na vlazi postaje samozapaljiv! Samo za arheološke predmete sa očuvanom metalnom jezgrom, no s obzirom da potpuno uklanja patinu korištenje se ne može preporučiti!!

2.9 PRAH ZA ČIŠĆENJE SREBRA

4 gr natrijevog nitrata

2,5 gr natrijevog

klorida

2,5 gr kalij aluminij sulfata

2,5 gr amonijevog klorida

Sastojke smrviti u fini prah. Krpicom, četkicom za zube ili tamponom

vate koji natopimo alkoholom trljati predmet. Temeljito isprati i odmah dobro osušiti!Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.10 SULFAMINSKA KISELINA

Može se koristiti za uklanjanje srebrnog klorida sa pozlaćenih arheoloških srebrnih predmeta.Koristi se 10 % topla otopina! Umjesto ove se otopine mogu koristiti i zasićene otopine kalijeva,natrijeva i amonijeva tiocijanata.

2.11 ZAŠTITA NELAKIRANIH PREDMETA

Predmete zamotamo u poseban papir ili tkaninu koji na sebe vežu sumporovodik (najjednostavnije uradi sam sredstvo je upojni bezkiselinski papir natopljen cink karbonatom-otopi 10 gr cink sulfata u litri vode,namoči papir,dok je još mokar dodaj u otopinu 20 gr natrijevog karbonata u litri vode,osušiti pod pritiskom i koristiti) te ih zavarimo u polietilenske vrećice. Ako predmete izlažemo u hermetički zatvorenim vitrinama, možemo k njima staviti i posudice s nekim parnofaznim inhibitorom ili otopinom klorofila.

2.11.1 KLOROFIL KAO INHIBITOR

3 gr zelenih

listova 100 ml

etanola

Listove smrviti u tarioniku,pa močiti u etanolu 12 sati,procijediti te predmete držati u otopini 3 sata,zatim ih osušiti u etanolu,te u suhoj

komori.Lišće je najjednostavnije pomiješati s etanolom te izmiksati u blenderu.Na kraju zaštititi lakom.

2.12 OBNOVA POSREBRENJA

2.12.1 SREBRENJE UTRLJAVANJEM

10 gr srebrnog klorida

20 gr natrijevog klorida

20 gr kalijevog hidrogen tartarata

Sastojke izmiješati u gustu pastu. Pomoću komadića pluta ili kože utrljavati na dobro očišćen i odmašćen predmet. Kod izrazito reljefnih predmeta koristimo kratko ošišan kist. Po formiranju prevlake istrljati finom mjedenom četkom (debljina žice 0,10-0,15 mm)koju natopimo sapunicom.Dobro isprati! Što brže osušiti i lakirati !Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.12.2 OTOPINA ZA SREBRENJE URONJAVANJEM

15 gr srebrnog nitrata

19 gr amonijevog klorida

30 gr natrijevog tiosulfata

1 litra destilirane vode

Otopimo nitrat u 50 ml vode te pošto se otopi dodamo ovoj otopini otopinu amonijevog klorida u istoj količini vode. Tiosulfat otopimo u 900 ml vode te pomiješamo sa prethodnom otopinom. Uronjavati dobro odmašćene i od oksida očišćene predmete. Otopini možemo dodati i 150 gr krede(taložene) te tako dobijemo smjesu za srebrenje utrljavanjem.Za bakar i slitine! Po formiranju prevlake dobro isprati, te što prije osušiti i lakirati! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.12.3 KUPKA ZA ELEKTROLITSKO POSREBRENJE/I

23 gr srebrnog difosfata

100 gr kalijevog difosfata

23 gr amonijevog

karbonata

1 lit. destilirane vode

Otopi srebro

difosfat(pirofosfat) u 0,2 lit

vode, te odvojeno otopi

kalij difosfat u 0,6 lit vode.

Pomiješaj otopine te dodaj

otopinu karbonata u 0,2

lit vode. Predmet vežemo

na minus pol

istosmjernog transformatora, na plus ploču od nehrđajućeg čelika. Napon 6 V, temperatura otopine 18 C. Držati u otopini do formiranja prevlake. Isprati i istrljati finom mjedenom četkom namočenom u otopinu sapunike, ponovo isprati ,dobro osušiti i po potrebi lakirati. Ne koristiti na arheološkom materijalu!Prema američkom patentu USPT 3,406,107 može se koristiti i kupka na bazi običnog fosfata (natrij fosfat 100 (500)gr/amonij fosfat 20(100) gr/srebro nitrat 10 (50)gr/voda 1 lit,pH 8,5)!Ovom se problematikom bavi i američki patent USPT 3,507,758

2.12.4 KUPKA ZA ELEKTROLITSKO SREBRENJE/II

10 gr srebrnog klorida

20 gr kalijevog ferocijanida

20 gr kalijevog karbonata

40 gr natrijevog sulfita

1 litra destilirane vode

Otopi ferocijanid u vrijućoj vodi. po otapanju istog dodaj karbonat, dodaj srebro klorid i na kraju sulfit, kuhaj 30 -120 min. Po hlađenju filtriraj .Anoda nehrđajući čelik ili čisto srebro. Po srebrenju istrljati finom mjedenom četkom natopljenom sapunicom. Dobro isprati! Nipošto ne miješati s kiselinama- može doći do razvijanja vrlo otrovnog plina(cijanovodik)!Raditi u

rukavicama! Možemo raditi i lokalno- predmet spojimo na minus pol ispravljača, na plus pak spajamo pincetu od nehrđajućeg čelika vrh koje omotamo vatom koju natopimo otopinom. Tamponom prelazimo po mjestu koje želimo posrebriti a koje je prethodno dobro očišćeno i odmašćeno. Po formiranju prevlake dobro isperemo i zaštitimo lakom ili voskom! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.12.5 KUPKA ZA ELEKTROLITSKO POSREBRENJE/ III

11,36 gr srebro klorida
35,93 gr natrij
tiosulfata

4,22 gr natrij bisulfita
10,56 gr natrij sulfata
1lit vode

pH 4,5-5,5-anode od nehrđajućeg čelika,cca 3 A/dm2,temperatura oko 25 C.Otopinu čuvati od svijetla.Ne koristiti na arheološkom materijalu!Prema američkom patentu USPT 4,067,784

2.12.6 KUPKA ZA ELEKTROLITSKO SREBRENJE NA BAZI LAKTATA

10 - 30 gr srebro nitrata
30 - 50 amonijeva ili kalijeva laktata
voda 1 lit , jakost struje 0,6 - 0,8/A dm2, napon 1 V

2.13 OBNOVA POZLATE

2.13.1 POZLATA UTRLJAVANJEM

3 gr zlato klorida otopiti u što manje vode(ili otopi 2 gr čistog zlata u 10 gr mješavine od 3 dijela klorovodične i jednog dijela

dušične kiseline, dobivenu otopinu ugustiti zagrijavanjem u vodenoj kupki te istu razrijediti sa što manje vode).Dobivenom otopinom natopimo lanenu krpicu koju zatim po potpunom sušenju spalimo. Pepeo koji dobijemo služi nam kao prah zapozlaćivanje- pomoću pluta ili komadića kože koji natopimo slanom vodom utrljavamo isti na predmet. Na kraju predmet istrljamo finom mjedenom četkom natopljenom sapunicom. Dobro isperemo! Za bakar i slitine te srebro! Ako želimo pozlatu više crvenkaste boje gore spomenutoj otopini dodamo najviše 1 gr bakar klorida, a ako želimo više zelenkastu boju onda najviše 1 gr srebro klorida(postupno uz probe)!Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.13.2 ELEKTROLITSKA POZLATA/I

1 gr zlato klorida

75 gr natrij fosfata

2,5 gr natrij sulfita

litra destilirane vode

Otopi zlato klorid u 0,1 lit. vode. Ovu otopinu pomiješaj sa otopinom fosfata u 0,5 lit vode-na kraju dodati sulfit otopljen u 0,4 lit. vode. Anoda nehrđajući čelik.4-8 V,20 C.Za srebro ,te bakar i njegove slitine! Po formiranju pozlate iščetkati finom mjedenom

četkom koju natopimo sapunicom. Dobro isprati, osušiti i lakirati! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

2.13.3 ELEKTROLITSKA POZLATA /II

2,65 gr zlato klorida

15 gr kalijevog ferocijanida

15 gr natrijevog karbonata

1 litra destilirane vode

Otopi ferocijanid u vrijućoj vodi ,po otapanju dodaj karbonat, na kraju zlato klorid. Kuhati 30 -150 min. Po hlađenju filtrirati. Anoda nehrđajući čelik. Postupak kao 2.10.4

2.13.4 KUPKA ZA POZLATU/ III

60 gr kalij tartarata
120 gr kalij bikarbonata
do 8 gr zlato klorida
1 lit vode,anode od nehrđajućeg čelika,pH 8-11,temp.60 C
Ne koristiti na arheološkom materijalu! Prema USPT 4 465 564

2.14 IDENTIFIKACIJA SREBRA

2.14.1 IDENTIFIKACIJA POMOĆU OTOPINE KALIJEVOG BIKROMATA

3 gr kalijeva bikromata

ml sumporne kiseline

12 ml destilirane vode

Probu raditi ili na stražnjoj strani predmeta ili na bazi. Otopinu kapnemo na dobro očišćeno i odmašćeno mjesto. Kap se u slučaju da se radi o srebru odmah oboji tamno crveno. Odmah dobro isprati! Kalij bikromat kancerogen je spoj-izbjegavati dodir sa otopinom ili prahom!

2.14.2 TEST ZA DOKAZIVANJE ŽIVE KOD U VATRI POZLAĆENIH PREDMETA

Rastopiti uzorak u zlatotopki,po potrebi razrijediti sa vodom 1/1 ,dodati 5 % otopinu kalijeva jodida.U slučaju prisutnosti žive nastati će narančasto žuti talog.Ako umjesto jodida uzmemo 1% difenil karbazid otopina će u slučaju prisutnosti žive biti ljubičasto plave boje.

ČIŠĆENJE PREDMETA OD BAKRA I NJEGOVIH SLITINA OSNOVI

PODACI:

Kemijski simbol Cu-od latinskog cuprum

Talište- 1083 C

Specifična težina- 8,92 g/cm3

Tvrdoća po Brinell-u 45

Boja- crvenkasta

Boja uobičajenih korozionih produkata- zelena,tamno smeđa,crna

Boja aktivne korozije- svijetlo zelena (klorid)

Približno vrijeme početka raširene uporabe: 5000. prije Krista

Važnije osobine - odličan vodič elektriciteta i topline, po kovnosti odmah iza zlata i srebra ,kod dužeg izlaganja vanjskim uvjetima prevlači se prvo tamnim a na kraju zelenim korozionim slojem tkz. patinom, ovaj sloj razmjerno je stabilan i štiti metal od daljnje korozije,ovo se odnosi isključivo na bakar,kod bronce i mjedi ovaj sloj nema zaštitna svojstva

Važnije slitine- bronca(sa kositrom-npr 90 Cu/10 Sn),mjed(sa cinkom-npr 70 Cu/30 Zn),novo srebro(sa cinkom i niklom,npr.60 Cu/ 20Ni/20Zn),aluminijska bronca(95 Cu/5 Al)

OPĆE NAPOMENE: Na arheološkim predmetima te velikim skulpturama radimo u principu mehaničkim putem. Čistimo do tkz.

originalne površine (sloj kuprit/tenorit) , nipošto do samog metala. Kemijske metode koristimo samo za uklanjanje klorida i stabilizaciju predmeta, te za rad na novijem materijalu. Namjerno kemijski obojene predmete ,te predmete sa patinom nastalom zbog kontinuiranog korištenja čistimo isključivo mehanički, kemijska sredstva izbjegavamo. Predmete od politirane mjedi(tkz. goldlack, javlja se na optičkim instrumentima, satovima itd.) također nikako ne čistimo kemijskim metodama.

3.1 ČIŠĆENJE AMONIJEVIM CITRATOM

50 gr limunske kiseline

1 litra destilirane vode

Kiselinu otopimo u vodi te otopini dodajemo amonijak(25%) do postizanja pH 9 – vrijednost ustanovimo univerzalnim pH papirom. Predmete uronjavati u otopinu. Povišena temperatura ubrzava proces(najviše 80 C).Može se koristiti i za pozlaćene predmete! Kod rada na većim predmetima možemo koristiti želiranu otopinu(istu pomiješamo sa celuloznim ljepilom za tapete). Dobro isprati! U principu ne koristiti za rad na arheološkom materijalu!

3.2 ČIŠĆENJE INHIBIRANOM LIMUNSKOM KISELINOM

200 gr limunske kiseline

40 gr tiouree (ili 0,5% želatine-bolje jer je tiourea kancerogen spoj!) 1 litra destilirane vode

Uronjavati predmete! Zagrijana otopina djeluje jače (70 C)!Stalno paziti na tok procesa – predmete držati u otopini cca 10 minuta. Na kraju iščetkati finom mjedenom četkom i dobro isprati ! Izbjegavati kontakt sa otopinom-tiourea je kancerogen spoj!

Jedan postotna otopina limunske kiseline može se u kombinaciji sa naknadnom obradom 1% otopinom natrijevog seskvikarbonata koristiti za uklanjanje klorida na velikim predmetima.

3.3 ČIŠĆENJE INHIBIRANOM FOSFORNOM KISELINOM

100-200 ml fosforne kiseline

10 gr tiouree

1 litra destilirane vode

Manje predmete uronjavati ,veće prelijevati! Dobro isprati! Nije za rad na arheološkim predmetima! Obavezno raditi u rukavicama-tiourea je kancerogen spoj!

3.4 ČIŠĆENJE OKSALNOM KISELINOM

300 gr oksalne kiseline

400 gr praha drvenog

ugljena 300 gr etanola

200 gr terpentina

1 litra destilirane vode

Za čišćenje većih predmeta! Obratiti pažnju na abrazivno djelovanje ugljenog praha! Dobro isprati! Bolje djeluje na bakar nego na njegove slitine! Obavezno raditi u rukavicama-oksalna kiselina je

otrovna !Kako se radi o zapaljivoj smjesi ne raditi kod otvorenog plamena ili izvora iskrenja! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

3.5 ČIŠĆENJE AMONIJEVIM KARBONATOM I SUMPORNOM KISELINOM

Otopina A: amonijev karbonat 250 gr, voda 1 lit.

Otopina B: sumporna kiselina 2%,dodati 0,5% želatine na 1 lit otopine

Za čišćenje većih objekata(arh.ukrasi, skulpture).Otopinom A čistimo predmet od prašine, prljavštine i mineralnih naslaga, nakon toga isperemo te otopinom B čistimo do metalne površine. Dobro isprati- najbolje uz neutralizaciju pomoću 5% otopine natrijevog bikarbonata! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

3.6 ČIŠĆENJE KOMPLEXONOM III

Otopina A: 40 gr komplexona III(kod nas kompleksal III,EDTA)

1 litra destilirane vode

Otopina B: 77 gr amonijeva

acetata 200 ml vode

350 ml amonijaka 25 %

dodati vode do 1000 ml!

Otopini A dodamo toliko otopine B da dobijemo pH 10(kolorimetrijski).Odlična otopina za čišćenje bakra i njegovih slitina! Uklanja samo korozioni sloj- ne nagriza sam metal! Povišena temperatura pojačava djelovanje(80 C)!Može se koristiti i za

pozlaćene predmete! Dobro isprati! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

3.7 ČIŠĆENJE NATRIJEVOM LUŽINOM

120 gr natrijevog hidroksida

1 lit vode

40 ml glicerola

2 % betanaftola ili 0,2 % furfurola

Namijenjeno postepenom otapanju korozionih slojeva. Bakar(II) spojeve otapa brzo, bakar(I) sporo. Obavezno raditi u rukavicama! Dobro isprati! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

3.8 PASTA ZA ČIŠĆENJE

15 gr kalijnatrijeva tartarata

5 gr komplexona III

2 gr natrijeve lužine

50 ml destilirane vode

10 gr metilceluloze

Namijenjeno lokalnoj primjeni i predmetima nepodesnim za kupku. Dobro otapa korozione slojeve! Kod debljih korozionih slojeva postupak po potrebi ponoviti. Temeljito isprati! Prije posljednjeg ispiranja neutralizirati 5% otopinom limunske kiseline pa tek onda vodom! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

3.9 EDTA gel po R.Wolbersu,za pozlaćene bakrene slitine:

100ml destilirane vode, 0.5g EDTA , 0.5g natrij borata, pH 9 (dodavati 1 M NaOH do postizanja pH vrijednosti), 3g metilceluloze. Za pozlaćeni bakar i slitine!

3.10 Gel bicinkoninične kiseline ($C_{20}H_{12}N_2O_4$),,po R.Wolbersu:

100ml destilirane vode, 1g dinatrij soli bicinkoninične kiseline , 0.2g kalij natrij tartarata, dodavati natrij bikarbonat po 0.5g do postizanja pH 8.5, 2g ribljeg tutkala, 1ml Germaben II, 3g meticeluloze.Za pozlaćeni bakar i slitine!

3.11 Archaeoplex pasta

5% EDTA,70 % destilirana voda,Aerosil(kao uguščivač),15 % etanol, 5% mravlje kiseline.Korištena za uklanjanje istaloženih bakrenih korozionih produkata za zlata na nebeskom disku iz Nebre.

3.12

ČIŠĆENJE KALIJNATRIJEVIM TARTARATOM

150 gr kalijnatrijevog

tartarata 50 gr natrijevog

hidroksida 950 ml destilirane

vode

100 ccm vodikova peroksida

Otopiti sastojke, peroksid dodati na kraju. Temperatura otopine 80 C! Otapa bazične bakar karbonate. Povremeno vađenje i četkanje ubrzava proces! Dobro isprati! Koristiti samo svježe pripremljenu otopinu! Možemo koristiti i otopinu od 250 gr kalijnatrij tartarata na

litru vode(bez dodataka),posebno za pozlaćene predmete,ne otapa crni i crveni bakar oksid! Ne koristiti na arheološkom materijalu!

3.13 ELEKTROLITIČKO ČIŠĆENJE

Natrijeva lužina 2-5%

Anoda nehrđajući čelik

Dodati vrlo malo nekog tekućeg detergenta. Predmet spajamo kao katodu(-).Cca 1A/dm2- 12 V. Raditi u rukavicama! Povremeno vađenje i četkanje ubrzava proces. Možemo koristiti i blaže elektrolite- otopinu sode ili boraksa te natrijev fosfat .Nije za rad na meko lemljenim i kromiranim predmetima. Ne koristiti na arheološkom materijalu!

Dobro isprati!

3.14 ULTRAZVUČNO ČIŠĆENJE

natrij karbonat 4-6 gr

trinatrij fosfat 6-8 gr

natrij metasilikat 10-12

gr destilirana voda 1 lit

Predmete izlagati ultrazvuku 2-5 minuta,ako treba ponoviti.Nije za arheološki materijal!

3.15

TERPENTIN

Služi za obradu predmeta koji su bili u dodiru sa kožom(ali i uljima,mastima i voskom). Pri dodiru kože i bakra i njegovih slitina nastaju u određenim uvjetima bakreni ,cinkovi i kositreni sapuni- terpentin iste otapa.Umjesto terpentina možemo koristiti i narančino ulje,te ulje lavande, kao i njihove mješavine sa white spiritom ili medicinskim benzinom,odnosno lanenim ili suncokretovim uljem..

3.16 CALGON

(natrij heksametafosfat) 5-15% otopina u vodi

Uklanja naslage kalcijeva i magnezijeva karbonata na arheološkim predmetima. Djeluje i na bakar okside(CuO,Cu2O).Zagrijavanje ubrzava proces(80 C!)

3.17 NATRIJ TRIPOLIFOSFAT

Kako Calgon može oštetiti plavo zelenu patinu ovaj se postupak predlaže kao alternativa.Koristimo ili 5% otopinu za deblje slojeve,ili 2% za tanje.Vatu natopljenu otopinom stavimo na predmet,te nakon 30 minuta omekšani sloj uklonimo iglom ili skalpelom.Po potrebi ponovimo.Obrađujemo dio po dio predmeta(10 po 10 cm2).Možemo koristiti i gel - 2% otopini dodamo celulozno ljepilo za tapete.Ovaj sloj uklonimo po

sušenju(1-2 dana).Dobro isprati i osušiti ,te impregnirati PVA otopinom.

3.18 UKLANJANJE KLORIDA I STABILIZACIJA

3.18.1 UKLANJANJE KLORIDA NATRIJEVIM SESKVIKARBONATOM

10-25 gr natrijeva karbonata

10-25 gr natrijeva bikarbonata 1 litra destilirane vode

Predmete močiti u otopini. Proces traje do nekoliko tjedana, ako otopinu mijenjamo svaki dan. Postupak uklanja kloride te stabilizira patinu (pri dodiru otopine i bakra nastaje bazični bakar karbonat/malahit/,ovaj prekriva metal te zapunjava pore u patini).Proces prekidamo u trenutku kada srebro nitratnom probom više ne možemo ustanoviti prisustnost klorida. Nakon toga možemo predmet stabilizirati benzotriazolom. Danas se ovaj postupak radije izvodi tako da predmete prvo tretiramo 1% otopinom limunske kiseline a tek nakon toga koristimo otopinu natrijeva seskvikarbonata (1%).Mijenja boju patine pa se korištenje ne može preporučiti!

3.18.2 SREBRONITRATNA PROBA NA KLORIDE

Uzimamo 2 epruvete, prvu punimo vodom iz kupke u kojoj ispiremo predmet a drugu čistom destiliranom vodom. U svaku

kapnemo po 3-5 kapi (u svaku jednako!)dušične kiseline i 3 kapi otopine srebrnog nitrata(1%).Ako se u prvoj epruveti pojavi bijeli ,zgrušani sloj srebrnog klorida postupak nastavljamo sve do negativne probe. Puno je pouzdanije raditi sa elektronskim mjeračem vodljivosti!

3.18.3 UKLANJANJE KLORIDA ALKALNO–DITIONITSKOM REDUKCIJOM

Vidi 2.8!Potpuno uklanja patinu pa se ne može preporučiti!

3.18.4 EKSTRAKCIJA KLORIDA POMOĆU AMONIJAČNIH PARA(Thouvenin-ov postupak)

25 % amonijak

benzotriazol 3 % otopina u etanolu

U hermetički zatvorenu posudu (eksikator) stavimo do 1/10 njene zapremine amonijaka. Predmet s patinom koja u sebi sadrži kloride objesimo iznad amonijaka. Nakon kraćeg izlaganja amonijačnim parama na predmetu se pojave plave kapljice bogate kloridima- u slučaju da je sadržaj klorida slabiji predmet se samo ovlaži. Predmet isperemo, osušimo i ponovo izložimo isparenjima- postupak ponavljamo sve dok predmet za izlaganja ne ostane suh. Nakon toga potopimo predmet u otopinu benzotriazola(najbolje u vakumu) te ga zatim osušimo. Suvišni nevezani benzotriazol uklonimo pomoću acetona. Lakiramo ili voštimo. Postupak se više ne primjenjuje !
(patina jako potamni ,izaziva prskanje mjedi!).

3.18.5 STABILIZIRANJE OTOPINOM BENZOTRIAZOLA (BTA)

Otopina BTA 3% u etanolu

Odmašćene predmete potopimo u BTA otopinu, najbolje u vakumu, sve dok ne prestanu izlaziti mjehurići. Suvišni ,nevezani BTA uklonimo vatom natopljenom acetonom. Raditi u rukavicama! Izbjegavati dodir sa otopinom ili prahom! Ne udisati isparenja niti prah!Danas se preporučuje korištenje manje otrovnih zamjena za BTA.

3.18.6 STABILIZIRANJE AMONIJEVIM SULFIDOM

Ruska literatura preporuča stabiliziranje predmeta sa aktivnom kloridnom korozijom pomoću otopine amonijevog sulfida.Nanositi pipetom na zahvaćena mjesta,navode da su 2 tretmana u principu dovoljna,ispitati efikasnost u vlažnoj komori,po potrebi ponoviti.

3.18.7 STABILIZIRANJE TANINOM

Također iz ruske literature,navode da je postupak više godina ispitivan,u drugoj literaturi nema spomena o korištenju tanina u konzervaciji bakra.Koristi se blago alkalna otopina(pH 8-8,5) tanina(2-200 g na litru vode-mišljenje autora-rusi ne navode koncentraciju) u mješavini vode i alkohola,predmet ili uroniti ili otopinu nanositi kistom.Trajanje uronjavanja nekoliko sati,potom

isprati u vrućoj destiliranoj vodi ,te osušiti i ponoviti,na kraju drugog tretmana lakirati fenolnim lakom(?).U vlažnoj komori provjeriti efikasnost,po potrebi ponoviti.

3.19 OBNOVA OŠTEĆENIH PREVLAKA

3.19.1 OBNOVA POZLATE

Vidi 2.11.1,2.11.2,2.11.3!

3.19.2 OBNOVA POSREBRENJA

Vidi 2.10.1,2.10.2,2.10.3,2.10.4!

3.19.3 NIKLANJE UTRLJAVANJEM

60 gr nikl klorida

30 gr kositar klorida

10 gr željezo klorida

1 lit destilirane vode

Otopinu zakiseliti sa malo sumporne kiseline. Tkaninu ili spužvu ili tampon vate natopimo otopinom i zahvatimo malo cink praha (ili finih strugotina).Utrljavati na dobro očišćen predmet. Po stvaranju prevlake isprati, osušiti i lakirati. Ako želimo postupak primijeniti na željezo isto moramo prvo pobakriti!Ne koristiti na arheološkom materijalu!

3.19.4 POKOSITRENJE UTRLJAVANJEM

50 gr kositar klorida

10 gr vinske kiseline

1 lit vode

Tkaninu, spužvu ili tampon natopimo otopinom te njome zahvatimo malo cink praha ili finih strugotina. Utrljavati na predmet do pojave prevlake, po potrebi ponoviti. Dobro isprati! Lakirati ili voštiti!Ne koristiti na arheološkom materijalu!

3.19.5 ELEKTROLITSKO NIKLANJE

60 gr nikl sulfata

35 gr natrijevog citrata

1 gr borne kiseline

1 lit destilirane vode

Anoda nikl 0,3-0,6 A/dm2, 3 V, pH 5,8.

3.19.6 ELEKTROLITSKO KOSITRENJE

17 gr kositar klorida

35 gr natrijevog fosfata

1 lit destilirane vode

Anoda nehrđajući čelik ili kositar. Predmet = katoda(-).

3.19.7 ELEKTROLITSKO PREVLAČENJE MESINGOM

2 gr bakar sufata

4,5 gr cink sulfata

26 gr oksalne kiseline

20 gr borne kiseline

0,1 gr želatine

18- 20 C temp., 0,1 – 0, 3 A/dm2

3.19.8 KUPKA ZA PREVLAČENE MESINGOM/II

cink laktat 20 gr
bakar amonij sulfat 20 gr
amonijev laktat 20 gr
voda 1 lit

3.20 IDENTIFIKACIJA BAKRA

3.20.1 IDENTIFIKACIJA AMONIJAKOM

Na stražnju stranu predmeta(ili bazu) kapnemo razrijeđenu dušičnu kiselinu(1:1).Nakon 2,3 minute djelovanja kiseline kap upijemo komadićem filter papira koji zatim uronimo u razrijeđeni amonijak(1/1),ili ga stavimo na otvor boce sa amonijakom. Ako se javi plava boja radi se o bakru ili nekoj njegovoj slitini! Odmah dobro isprati!

3.21 IDENTIFIKACIJA ŽIVE KOD U VATRI POZLAĆENIH PREDMETA

Vidi 2.14!

ČIŠĆENJE PREDMETA OD ŽELJEZA I ČELIKA

OSNOVNI PODACI:

Kemijski simbol Fe- od latinskog ferrum

Talište-1536 C

Specifična težina-7,86 g/cm3

Tvrdoća po Brinell-u 45-55

Boja- srebrno sivkasta

Boja uobičajenih korozionih produkata-crvenkasto smeđa

Boja aktivne korozije- žuta do narančasto smeđa

Približno vrijeme početka raširene uporabe: 1000. prije Krista - 0.

Važnije osobine - u prirodi izrazito raširenо, no neotporno na koroziju ,stoga se mora stapati sa drugim metalima ,te ugljikom i silicijem ,osim legiranjem i galvanskim ili termičkim prevlakama štitimo ga i pomoću posebnih antikorozivnih premaza

Važnije slitine-lijevano željezo(2-4% C,1-3% Si-razlikujemo,sivo,bijelo,kovko i duktilno lijevano željezo),željezo za kovanje(manje od 0,1% C),obični čelici(0,2-2% C),nehrđajući čelici(npr. 74 Fe+18 Cr+8 Ni-razlikujemo feritne/12-30 % Cr/,austenitske/do 35%Ni,16-26 % Cr-nisu magnetični/ , martenzitne nehrđajuće čelike/10,5-18% Cr/,feritno austenitske tkz .duplex nehrđajuće čelike,te precipitacijsko kaljive nehrđajuće čelike-ovi osim kroma i nikla sadrže i bakar ,aluminij, te titanij,i dadu se kaliti)

te brojne druge vrste legiranih čelika(sa bakrom, manganom, titanijem, silicijem, vanadijem, volframom, kromom i niklom)

OPĆE NAPOMENE: Što se tiče arheoloških predmeta vrijedi isto što je rečeno za bakar(no uvjetno rečeno originalna površina se znatno teže uočava ,pošto se radi o tankom sloju između vanjskog i unutarnjeg korozionog sloja, u spomenutom sloju očuvan je izvorni oblik predmeta) preferiramo mehaničko čišćenje, dok kemijske i druge metode koristimo samo za uklanjanje klorida i stabilizaciju. Kod čišćenja potpuno prokorodiranih predmeta obavezno koristimo rendgenske snimke istih. Brunirane ili plavljene predmete čistimo isključivo mehanički ili uljnim sredstvima za skidanje hrđe (WD 40,Balistol,petrolej/vosak otopina).Obojene predmete čistimo pomoću otapala (white spirit, aceton, alkohol,amonijačna voda itd.).Glavni problem kod arheoloških predmeta je uklanjanje klorida.

4.1 ČIŠĆENJE FOSFORNOM KISELINOM

10-20% fosforna

kiselina 0,5 % tutkala ili

želatine

Manje predmete uronjavati veće prelijevati. Povišena temperatura ubrzava proces! Povremeno četkanje također! Dobro isprati! Samo za novije predmete, nije za rad na arheloškom materijalu.

4.2 ČIŠĆENJE AMONIJEVIM CITRATOM

50 gr limunske kiseline

litra destilirane vode

Otopini dodavati amonijak(25%) do postizanja pH 3,5.Vrijednost ustanoviti univerzalnim pH papirom. Povišena temperatura ,te povremeno vađenje i četkanje ubrzavaju proces! Dobro isprati! Uz odgovarajući oprez može se koristiti i za predmete sa umetcima ili prevlakom od drugih metala! Postoji i složenija varijanta ovog procesa. Samo za novije predmete!

4.3 ČIŠĆENJE TIOGLIKOLNOM KISELINOM

3-30 % tioglikolna kiselina

Pomoću amonijaka (25 %) podesiti pH na 7.

Djelotvorno neutralno sredstvo za čišćenje. Djelovanjem se oboji ljubičasto. Povremeno vađenje i četkanje ubrzava tok procesa. Dobro isprati. Samo za novije predmete.

4.4 ČIŠĆENJE OTOPINOM KOMPLEXONA III

30 gr komplexona III(EDTA,kod nas kompleksal III)

litra destilirane vode

pH 5,5 / temperatura otopine 80 C

pH korigiramo limunskom kiselinom ili natrijevom lužinom. Možemo čistiti i predmete sa umetcima od drugih metala. Dobro isprati! Samo za novije predmete!

4.5 ČIŠĆENJE MJEŠAVINOM ORGANSKIH KISELINA I NATRIJEVOG GLUKONATA

47,5 gr natrijevog glukonata 47,5 gr limunske kiseline 4,9 gr vinske kiseline 0,1 gr neionskog umreživača 1 lit vode

Temperatura otopine do 80 C. Posebno dobro za pokositrene, poniklane, pocinčane ,olovom prevučene, kromirane predmete ,bakar i slitine,te nehrđajući čelik.Ako otopinu koristimo za čišćenje jednog metala onda je možemo koristiti samo na tom metalu(npr. ako s njome čistimo mjed onda je možemo koristiti samo za mjed)! Na kraju dobro isprati! Samo za novije predmete!

Prema američkom patentu USPT 4,264,418

4.6 ČIŠĆENJE ELEKTROLIZOM

20-50 gr natrijevog hidroksida

litra destilirane vode

anoda(+) od nehrđajućeg čelika

napon do 12 V, jakost 0,5 A/dm2

Otopini dodamo i do 30 ml nekog detergenta za pospješenje stvaranja pjene kako bi se spriječilo raspršivanje sitnih kapljica lužine. Predmet ne smije biti u otopinu ako nije uključena struja. Povremeno vađenje i četkanje ubrzava proces. Nije za predmete koji u sebi sadrže opruge i slične elastične dijelove. Ne koristiti za meko

lemljene ili kromirane predmete. Samo za novije predmete! Dobro isprati!

4.7 PETROLEJ

Na litru petroleja dodamo 20 gr parafina (ili pčelinjeg voska!).Jednostavno sredstvo za čišćenje bruniranih ili plavljenih predmeta.Omekšava sloj hrđe.Predmete uroniti u otopinu,trajanje zavisno o debljini korozionog sloja,potom predmete istrljati grubom tkaninom ili najfinijom čeličnom vunom,te po potrebi ponoviti.Samo za novije predmete!

4.8 POLIMETAKRILNA KISELINA

Vodena otopina polimetakrilne kiseline 10-15 %,pH otopine 4,5-5,5(korigirati sa amonijakom ili otopinom NaOH) Polimetakrilnu kiselinu možemo prirediti i sami,u posudi od termostabilnog stakla(pyrex) otopimo 100 gr metakrilne kiseline u 350 mll izopropil alkohola,dodamo 10 gr benzoilperoksida te posudu u vodenoj kupelji zagrijemo na 40-50 C, zatim uz stalno miješanje na 80 C,kako se pri ovom procesu razvija toplina posudu zatim ohladimo pomoću tekuće hladne vode i po hlađenju ponovo grijemo do 80 C,sve dok ne nestane specifičan miris metakrilne kiseline,što označava kraj procesa.

Umjesto metakrilne kiseline možemo koristi i bezvodnu maleinsku kiselinu,u tom slučaju otapamo 50 gr anhidrida maleinske kiseline u 100 mll vode kojoj dodamo i 20-30 gr etanola,te ovu otopinu grijemo u vodenoj kupelji na 80 C tijekom 1-1,5 sata.

Otopinu nanosimo na predmet te je po sušenju otprašimo,kod vertikalnih površina možemo otopinom natopiti komadiće filter ili novinskog papira ,iste po sušenju uklonimo- ako je potrebno postupak ponavljamo.

Prema literaturi na predmetu će se stvoriti i površinski sloj koji štiti od korozije,stoga obavezno lakirati ili voštiti !Samo za novije predmete!

4.9 ULTRAZVUČNO ČIŠĆENJE

natrij hidroksid 5-19 gr

natrij karbonat 15-25

gr trinatrij fosfat 49-60

gr 1 lit destil. vode

Predmete izlagati ultrazvuku 2-5 minuta,po potrebi ponoviti.Dobro isprati i osušiti.Ne koristiti na arheološkom materijalu.

4.10 OTOPINA ZA ČIŠĆENJE OBOJENIH PREDMETA

900 ml destilirane vode (800 ml)

90 ml etanola ili propanola(180

ml) 10 ml amonijaka(20 ml)

U slučaju potrebe možemo načiniti gel - dodamo otopini celuloznog ljepila za tapete.Koncentriranija varijanta se koristi uz povećani oprez.

4.11 OTOPINA ZA ČIŠĆENJE OBOJENIH PREDMETA/II

47 % lanenog ili suncokretovg ulja

47% etanola ili propanola

6% octa ili octene kiseline(ili limunske)

Prema američkom patentu USPT 4,639,327!

4.12 OTOPINA ZA ČIŠĆENJE POKOSITRENOG ŽELJEZNOG LIMA

26 gr natrij karbonata

2,6 gr natrij hidroksida

0,026 tanina

1 lit destlirane vode

Prema američkom patentu USPT 4,094,701!

Koristiti na 50 C zagrijanu otopinu.

4. 13 NEKOLIKO POSTUPAKA ZA UKLANJANJE KLORIDA

4.13.1 KATODNO ODSOLJAVANJE

Čista destilirana, deionizirana voda za elektrolit,2-4 V napona,jakost ne više od 0,25 A/dm2.Anoda od nehrđajućeg čelika.

Predmet spajamo kao katodu(-).Trajanje 6-48 sati, nakon čega vodu zamijenimo čistom, uz prethodno mjerenje vodljivosti (pomoću uređaja za mjerenje vodljivosti).Proces traje do smanjenja količine klorida na najmanju moguću mjeru- znači do nekoliko mjeseci,kod velikih predmeta i znatno duže. Umjesto vode možemo koristiti i otopinu natrijeva hidroksida ili karbonata,2-5 %.

4.13.2 ODSOLJAVANJE ALKALNOM OTOPINOM NATRIJEVA SULFITA

63 gr natrijeva sulfita(Na2SO3)

20 gr natrijeva hidroksida

litra deionizirane destilirane vode

U otopinu NaOH stavljamo predmete koje ćemo odsoljavati, posuda u kojoj radimo mora biti od nehrđajućeg čelika te se mora moći hermetički zatvoriti. Dodajemo sulfit u obavezno do ruba napunjenu posudu, te istu zatvaramo. Nakon 7 dana posudu otvaramo ,mjerimo vodljivost otopine i količinu klorida, te po potrebi nastavljamo postupak sa novom otopinom. Proces nastavljamo sve dok količinu klorida ne svedemo na najmanju moguću mjeru- za to obično treba barem nekoliko tjedana. Postupku ne izlažemo predmete koji su pokositreni ili imaju umetke od bakra i njegovih slitina ili srebra. Po završetku procesa predmet moramo dobro isprati kako bismo uklonili ostatke otopine. I u ovoj fazi koristimo se mjeračem vodljivosti. Na samom kraju predmete isperemo 3% otopinom barijeva sulfata ,te opet

vodom(destiliranom ,deioniziranom!).Proces je dugotrajan i zahtjevan ali i izrazito efikasan.Po novijim istraživanjima može se koristiti i znatno slabija otopina (10% od spomenutih vrijednosti,znači 6,3 gr sulfita i 2 gr NaOH/1 lit vode).

Opisana je laboratorijska, probna varijanta procesa, danas se za provođenje istog mogu nabaviti gotovi uređaji (slovenska tvrtka Kambič - uz napomenu da se uređaj može sigurno napraviti i kod nas).

4.13.3 ODSOLJAVANJE PAROM I VRUĆOM VODOM

Najjednostavniji, tehnički najmanje zahtjevan postupak,efikasnost izrazito upitna. Manje predmete izlažemo pari u ekspres loncu oko 3 sata. Nakon toga ih još 3 sata držimo u vrijućoj vodi, te ih onda sušimo nad vrijućom vodom. Količinu izvučenih klorida kontroliramo mjeračem vodljivosti (ili srebro nitratnom probom).Postupak traje do svođenja istih na najmanju mjeru. Na kraju osušimo predmete infracrvenom svjetiljkom ,te ih stabiliziramo i zaštitimo. Koristimo isključivo deioniziranu destiliranu vodu.

4.13.4 ODSOLJAVANJE NATRIJEVOM LUŽINOM I ETILENDIAMINOM

Predmete potopimo u 2-postotnu otopinu natrijeva hidroksida. Otopinu treba mijenjati svaki tjedan, a kasnije svaki mjesec. Za priređivanje koristiti isključivo demineraliziranu destiliranu vodu. Nakon toga predmete tretiramo 5-20% otopinom etilendiamina i to

na temperaturi od 50°C. Svaki mjesec kontroliramo sadržaj klorida, najbolje mjeračem vodljivosti. Obrada NaOH otopinom traje do godinu dana, obrada etilendiaminom 3-4 mjeseca. Sadržaj klorida moramo svesti na ispod 50 PPM (mjereno potenciometrijskom metodom po Granu), idealno bi bilo oko 20 PPM. Etilendiamin je zapaljiv, stoga oprez! Izbjegavati dodir s kožom, ne udisati pare! Sukladno novijoj ruskoj literaturi etilendiamin možemo zamijeniti mješavinom dimetil sulfoksida i trietanolamina(1/1).

4.14 STABILIZIRANJE ŽELJEZNIH PREDMETA

4.14.1 STABILIZIRANJE POMOĆU FOSFATA

2-3,5 gr primarnog cink fosfata

0,5-18 gr primarnog kalcijevog

fosfata 1 litra destilirane vode

Pripremljenoj otopini dodamo 4 gr natrijevog nitrita, radi poticanja reakcije. Trajanje uronjavanja 10-20 minuta. Veće predmete polijevati ili prskati. Otopinu možemo i zagrijati na najviše 95 C. Na kraju osušiti, te obavezno voštiti ili lakirati. Ne pruža trajnu zaštitu-postupak treba periodički ponavljati a stanje predmeta sustavno kontrolirati. Samo za novije predmete!

4.14.2 STABILIZIRANJE POMOĆU FOSFATA/II

10 gr natrij

heksametafosfata 3,2 gr

kalcij klorida

0,05 gr natrij nitrita

1 lit vode

Koristi se na sobnoj temperaturi,pH 5-6/kontakt otopina predmet 60-120 minuta,dobiveni sloj je bezbojan.Za razliku od prve varijante može se koristiti i na predmetima sa ostacima korozije.Ne koristiti na arheološkom materijalu!Lakirati ili voštiti!Izrazito sličan postupak prikazuje američki patent USPT 2,499,261 iz 1950.,no kontakt otopine i predmeta je znatno kraći –samo 10 minuta!

4.14.3 STABILIZIRANJE POMOĆU FOSFATA/III

-5 gr fosforne kiseline

-100 gr kalcij nitrata

-20 gr mangan

dioksida 1 lit vode

Temperatura otopine 95 - 98 C,trajanje 40 - 50 min. Crno obojeni sloj.Ne koristiti na arheološkom materijalu!Lakirati ili voštiti!

4.14.4 STABILIZIRANJE TANINOM

200 gr taninske kiseline

150 ml etanola

1 litra destilirane vode

Korodirane ili očišćene predmete uronimo u otopinu. Veće predmete premazivati. Predmete 72 sata držati na 30 C- u tom razdoblju trebao bi se formirati sloj željezo(III)tanata. Suvišak očetkamo sa predmeta te isti obavezno lakiramo ili voštimo. Može se koristiti i znatno manje koncentracije otopine-minimalno 10 grama tanina. Koristi se i na novijim i na arheološkim predmetima (efikasnost upitna)! Ne pruža trajnu zaštitu, sustavno kontrolirati stanje predmeta!

4.14.5 STABILIZIRANJE MJEŠAVINOM TANINA I FOSFORNE KISELINE

Otopini od 20 gr tanina/ 1 lit vode dodamo 15-19 ml fosforne kiseline. Možemo koristiti i otopinu od 20 gr tanina/125 ml fosforne kiseline/ 875 ml vode,ili otopinu od 50 gr tanina/250 ml fosforne kiseline/200 ml alkohola/550 ml vode(u skladu sa američkim patentom USPT 2,854,368).I za korodirane i za čiste predmete .Obavezno voštiti ili lakirati!U principu samo za novije predmete!Ne pruža trajnu zaštitu,sustavno kontrolirati stanje predmeta!

4.15 IDENTIFIKACIJA ŽELJEZA

4.15.1 IDENTIFIKACIJA MAGNETOM

Nedostatak iste je taj što su neke vrste čelika nemagnetične (austenitski nehrđajući čelici), slabo magnetični su nikl i kobalt.

4.15.2 IDENTIFIKACIJA OTOPINOM BAKRENOG SULFATA

Na predmet kapnemo kap 10 % otopine bakar sulfata. Ako nastane bakrena mrlja radi se o željezu ili ugljičnom odnosno nisko legiranom čeliku.

4.15.3 IDENTIFIKACIJA KALIJEVIM FEROCIJANIDOM

Na predmet(stražnja strana,baza) kapnemo kap 10 % dušične kiseline. Pustimo da neko vrijeme djeluje te kap upijemo komadićem filter papira te na dobivenu mrlju kapnemo kap 10% otopine kalijevog ferocijanida. Ako se javi plava boja radi se o željezu.

ČIŠĆENJE PREDMETA OD KOSITRA

OSNOVNI PODACI:

Kemijski simbol Sn-od latinskog stannum

Talište-232 C

Specifična težina- 7,28 g/cm3

Tvrdoća po Brinell-u 3,9

Važnije osobine- razmjerno mek metal, u normalnim uvjetima dosta otporan na koroziju ,dobro se lijeva ,jedan od 2 metala(drugi je kadmij) pri savijanju kojih se čuje zvuk(plač kositra, njem.zinnschrei ,engl.cry of tin)

Boja- srebrno bijela

Boja uobičajenih korozionih produkata- tamno siva do sivocrna

Boja aktivnih korozionih produkata- bijela(kod slitina sa olovom),sivi prah (tkz. kositrena kuga)

Približno vrijeme početka raširene uporabe: 4000.-3000. prije Krista

Važnije slitine- meki lem(sa olovom),britanija metal (70-90 Sn, 10-25 Sb,2-10 Cu)

OPĆE NAPOMENE: Arheološki materijal čistimo radije mehanički dok su kemijske i elektrokemijske metode namijenjene prije svega novijim predmetima.Za održavanje sjaja i čišćenje tanjih korozionih slojeva može se koristiti biljka preslica (lat.Equisetum

Arvense)predmete trljamo sa svježom biljkom).Predmete ne čuvati na temperaturi nižoj od 13,2 C - na nižoj temperaturi može doći do pretvaranja metalnog (beta) kositra u alfa kositar (sivi prah)-tkz. kositrena kuga-ova je pojava ireverzibilna no srećom i vrlo rijetka!

Kako su danas bezolovni meki lemovi od skoro čistog kositra ova je pojava opet moguća!

5.1 ČIŠĆENJE SOLNOM KISELINOM

5 % klorovodična kiselina

0,5%

heksametilentetramina

Za uklanjanje tanjih korozionih slojeva. Manje predmete uroniti ,veće prelijevati. Po završetku dobro isprati, najbolje uz prethodnu neutralizaciju kiseline pomoću 5% otopine sode bikarbone! U principu samo za novije predmete!

5.2 OTOPINA TRINATRIJ FOSFATA

15% otopina trinatrij fosfata

Koristiti vrelu otopinu.Predmet izlagati otopini do 10 minuta.Ne koristiti na arheološkom materijalu!

5.3 ČIŠĆENJE ELEKTROLIZOM

20-50 gr natrijevog ili

kalijevog karbonata 1 litra

destilirane vode

anoda(+) od nehrđajućeg čelika, napon do 24 V, 0,5A/dm2

Predmet spojiti na minus pol i uroniti u otopinu u koju je već uronjena čelična anoda. Možemo dodati i malo tekućeg detergenta kako bismo pospješili stvaranje pjene. Nakon 5-10 minuta izvaditi iz otopine, iščetkati krednom kašom te dobro isprati !Samo za novije predmete!

5.4 ZAŠTITA

5.4.1 ANODIČKA PASIVIZACIJA

5 gr natrijevog hidroksida 1 litra destilirane vode

Predmet spajamo na plus pol(anoda),ploču od nehrđajućeg čelika na minus pol(katoda) ispravljača. Napon 6 V,1-2 A/dm2.Predmet uroniti u otopinu u koju je već uronjena katoda! Trajanje 2-3 sekunde. Dobro isprati! Samo za novije predmete!

5.5 IDENTIFIKACIJA KOSITRA

5.5.1 IDENTIFIKACIJA OTOPINOM NATRIJEVA SULFIDA

koncentrirana klorovodična kiselina

10 grama natrijeva sulfida otopimo u 100 ml vode

Kapnuti kiselinu na predmet(stražnja strana, ili baza),pustiti da kratko djeluje, te upiti komadićem filter papira. Na dobivenu mrlju kapnuti kap otopine sulfida- ako se pojavi žuto smeđa boja radi se o kositru. Odmah dobro isprati!

ČIŠĆENJE PREDMETA OD CINKA

OSNOVNI PODACI:

Kemijski simbol Zn-od latinskog zincum

Talište-419 C

Specifična težina –7,13 g/cm3

Tvrdoća po Brinell-u 40-45

Boja –plavkasto bijela

Boja uobičajenih korozionih produkata- bijela,siva

Približno vrijeme početka raširene uporabe: 900.-1000.

Važnije osobine- razmjerno lomljiv i neotporan na koroziju ,odlično se lijeva

Važnije slitine- zamak (za ljev,npr.4%Al,1%Cu,ostalo Zn), bidri (indijska slitina 32-93%Zn,kao dodaci Cu, Pb, Sn)

OPĆE NAPOMENE: Obzirom na izrazitu osjetljivost na koroziju pri primjeni kemijskih metoda neophodan je oprez .Temeljito ispiranje i neutralizacija korištenih otopina također su u slučaju cinka neophodni. Osim navedenih otopina možemo koristiti i otopinu amonijevog tartarata(5-30%) ,te sredstva za skidanje stare boje na bazi metilen klorida i dimetil formamida.

6.1 ČIŠĆENJE SUMPORNOM KISELINOM

sumporna kiselina 5%

Predmete uroniti u otopinu, stalno nadzirati proces, po završetku dobro isprati ,najbolje uz prethodnu neutralizaciju 5% otopinom natrijeva bikarbonata!

6.2 ČIŠĆENJE KOMPLEXONOM III

5 % otopina Komplexona III, pH 7

Uroniti predmete, stalno nadzirati proces, dobro isprati!

6.3 AMONIJ KLORID

100 gr amonij klorida otopiti u litri destilirane vode

Predmete uroniti na 3-5 minuta u otopinu zagrijanu na 60-70 C.Dobro isprati.

6.4 ELEKROLITIČKO ČIŠĆENJE

5% otopina natrijeva karbonata ili natrij fosfata, anoda nehrđajući čelik

Predmet spojimo na minus pol ispravljača. Stalno nadzirati tok procesa, povremen o vađenje i četkanje ubrzava proces. Dobro isprati! U principu nije za predmete sa prevlakom od nekog drugog metala!

6.5 OBNOVA OŠTEĆENIH PREVLAKA

6.5.1 BAKRENJE CINKA URONJAVANJEM

30 gr bakar sulfata

50 gr vinske kiseline

50 ccm amonijaka 25%

1 litra vode

Potpuno čiste i odmašćene predmete uroniti u otopinu. Veće predmete polijevati. Odmah po formiranju prevlake izvaditi i isprati, te obavezno voštiti ili lakirati! Kod predmeta koji predugo ostanu u otopini dolazi do ljuštenja prevlake!

6.5.2 MJEDENA PREVLAKA NA CINKU

10 dijelova zasićene otopine amonijeva klorida

1 dio bakar karbonata

Smjesu utrljavati na čist i dobro odmašćen predmet. Po formiranju prevlake isprati i lakirati ili voštiti!

6.5.3 NIKLANJE CINKA URONJAVANJEM

60 gr nikl sulfata

30 gr natrij klorida

10 gr natrij karbonata

1 litra vode

Uronjavati čiste i odmaštene predmete u zagrijanu otopinu. Ako ide prebrzo razrijediti.

6.6 ZAŠTITA

6.6.1 ZAŠTITA KOROZIONIM INHIBITOROM

3 % otopina benzotriazola u alkoholu

Predmet premazati otopinom. Nevezani suvišni BTA nakon sušenja ukloniti acetonom. Lakirati ili zavariti u polietilenske vrećice .

Izbjegavati dodir s otopinom ili prahom, ne udisati isparenja niti prah!

6.6.2 KROMATIRANJE CINKA

10 gr kromne kiseline

0,5 gr sumporne

kiseline 1 litra

destilirane vode

Predmete uroniti u otopinu. Po stvaranju žutog sloja isprati! Kromna kiselina kancerogen je spoj-stoga se korištenje ove otopine ne može preporučiti! Služi isključivo kao podloga za zaštitu bojom!

6.6.3 MODIFICIRANA TANINSKA OTOPINA

1,5 gr tanina

1,5 gr natrijevog klorata

0,2-2 gr željeznog(III)klorida

0,35 gr kalij titan fluorida

0,1-0,3 gr fosforne kiseline

1 lit destilirane vode

Temp.25 C ,kontakt predmet/otopina 60 sec.,isključivo kao podloga za zaštitu bojom!

Prema američkom patentu USPT 6,805,756

6.6.4 FOSFATIRANJE CINKA

cink oksid 20-35 gr

fosforna kiselina 20-30 gr

natrijev nitrat 1,5-2 gr

voda 1 lit

18-25 C,kontakt predmet/otopina 20-40 min.

Isključivo kao podloga za zaštitu bojom!

6.7 IDENTIFIKACIJA CINKA

6.7.1 IDENTIFIKACIJA OTOPINOM NATRIJEVA SULFIDA

mješavina čiste klorovodične kiseline i vode

1:1 gr natrijeva sulfida otopljenog u 100 ml

vode

Kiselinu kapnuti na predmet(stražnja strana, ili baza)- pustiti da kratko djeluje, te zatim upiti komadićem filter papira. Kap sulfida kapnemo na mrlju. Ukoliko nastane bijela boja radi se o cinku. Odmah dobro isprati!

ČIŠĆENJE PREDMETA OD OLOVA

OSNOVNI PODACI:
Kemijski simbol Pb-od latinskog plumbum

Talište- 327 C

Specifična težina-11,34 g/cm3

Tvrdoća po Brinell-u 4

Boja-plavkasto bijela(na svježe zarezanom mjestu)

Boja uobičajenih korozionih produkata- tamno siva

Boja aktivnih korozionih produkata- bijela(karbonat)

Približno vrijeme početka raširene uporabe: 6000.-5000. prije Krista

Važnije osobine- vrlo mek metal, potpuno neelastičan ,spojevi su mu otrovni

Važnije slitine - meki lem (sa kositrom),štamparska slitina (sa antimonom),slitina za

zrna za vatreno oružje (sa antimonom),slitina za cijevi za orgulje(sa olovom, više kositra viši zvuk,više olova dublji)

OPĆE NAPOMENE: Zbog izrazite mekoće olova mehaničko čišćenje koristimo samo kod debljih korozionih slojeva na arheološkom materijalu. Kemijsko čišćenje kod olova predstavlja standardni postupak a isto možemo reći i za elektrolitičko .Kao i kod cinka neutralizacija ostataka korištene otopine, te temeljito ispiranje neophodni su. Vrlo osjetljivo na prisutnost hlapljivih organskih kiselina(octena,mravlja) u zraku!Olovne predmete nikako ne čuvati

u ambalaži od papira, običnog kartona ili

drveta ,iverice,šperploče ,te polivinil klorida,kod izlaganja istih također ne koristiti spomenute materijale!

7.1 ČIŠĆENJE SOLNOM KISELINOM I AMONIJEVIM ACETATOM

Otopina A: klorovodična kiselina 5%

Otopina B: 10 % otopina amonijevog acetata, uz dodatak 0,2% agar agara

Pomoću otopine A skidamo sve naslage osim oksida, postupak traje sve dok se razvijaju mjehurići plina. Potom isprati vrućom destiliranom vodom(vodu prokuhati neposredno prije upotrebe ,kako bi istisnuli eventualno prisutan ugljični dioksid).Ako je na predmetu zaostao sloj oksida isti uklonimo otopinom B. Isprati hladnom destiliranom vodom. Otopina B može se koristiti i samostalno!

7.2 ČIŠĆENJE KOMPLEXONOM III

40 gr komplexona III(kod nas kompleksal III,EDTA)

1 litra destilirane vode

pH otopine 5,5(korigirati sa NaOH i limunskom kiselinom)

Ovo sredstvo posebno dobro uklanja bazični olovni karbonat. Zagrijavanje na 80 C ubrzava proces. Isprati prokuhanom destiliranom vodom!

7.3 SREDSTVO ZA SKIDANJE STARE BOJE NA BAZI VAPNA

200 gr gašenog vapna

100 gr natrijevog karbonata

50 gr natrijevog hidroksida

Vode dodati da dobijemo gustu tekućinu. Dobro isprati! Obavezno neutralizirati 5% klorovodičnom kiselinom te opet isprati! Uklanja karbonate, sulfate i okside!

7.4 ELEKTROLITIČKO ČIŠĆENJE

50 gr NaOH ili Na2CO3

1 lit vode

Anoda(+) od nehrđajućeg čelika,2-5 A/dm2,12 V

Samo za predmete sa dobro očuvanom jezgrom. Po završetku možemo na kratko obrnuti polove- na predmetu će doći do stvaranja tankog sivog sloja olovnog dioksida ,koji ima zaštitna svojstva. Predmete sa debelim slojem karbonata možemo podvrgnuti «učvrščujućoj redukciji»-proces je jednak prethodnom ,s time da koristimo elektrolit na bazi NaOH ili 10% H2SO4.Ovim postupkom korozione produkte ponovo prevodimo u metalni oblik. Predmet mora biti spojen olovnom žicom! Za razliku od čišćenja koristimo minimalnu jakost struje(max.250 mA/dm2).Proces traje sve dok na predmetu nastaju mjehurići vodika- ako do stvaranja istih dođe na metalnoj jezgri doći će do ireverzibilnog oštećenja izvornog izgleda predmeta!

7.5 ZAŠTITA

7.5.1 ZAŠTITA ANODIČKOM PASIVIZACIJOM

14,2 gr natrijeva sulfata

1 litra destilirane vode

katoda nehrđajući čelik, trajanje oko 60 min.

Predmet spojimo na plus pol(anoda).Samo za čiste i temeljito odmašćene površine .Umjesto predloženog možemo koristiti i elektrolit od 9,8 gr H_2SO_4 i 1 litre vode! Obavezno lakirati ili voštiti!

7.6 IDENTIFIKACIJA OLOVA

7.6.1 IDENTIFIKACIJA POMOĆU OTOPINE KALIJEVOG JODIDA

Na metal koji ispitujemo kapnemo 2 kapi čiste klorovodične kiseline. Nakon što kiselina kraće vrijeme djeluje ispitivano mjesto pokrijemo komadićem filter papira te na dobivenu mrlju kapnemo par kapi 10% otopine kalijevog jodida. Ako nastane žuta boja radi se o olovu! Odmah dobro isprati!

ČIŠĆENJE PREDMETA OD ALUMINIJA

OSNOVNI PODACI:

Kemijski simbol Al

Talište-660 C

Specifična težina-

2,70

Tvrdoća po Brinell-u 15-19

Boja – srebrno bijela

Boja ubičajenih korozionih produkata- bijela

Približno vrijeme početka raširene uporabe: nakon 1886.

Važnije osobine- izrazito lagan i razmjerno mek ,na zraku se prevlači tankim oksidnim slojem koji ga štiti od daljnjih korozionih procesa, spomenuti sloj se može stvoriti i kemijskim ili elektrokemijskim putem-tako dobiven sloj znatno je deblji i otporniji a može ga se i obojiti, dobro se lijeva, dobar vodič elektriciteta i topline

Važnije slitine-duraluminij (3-5% Cu / 1% Mg),silumin(do 14% Si),magnalij (10-15 %Mg)

OPĆE NAPOMENE: Mehaničko čišćenje u principu radije izbjegavamo. Kod kemijskog načina rada otopinama obavezno dodajemo inhibitore korozije , te temeljito ispiremo predmete.

8.1 ČIŠENJE OTOPINOM SAPUNIKE

50 gr korijena biljke (Saponaria Officinalis)sapunike prelijemo 1 litrom vrele vode. Nakon 10 min. stajanja možemo otopinu koristiti.

Svježe priređena otopina potpuno je neutralna(pH 7)!Ne dodavati nikakva

abrazivna sredstva! Nakon par dana stajanja otopina postaje blago kisela(pH 5,5).Čistiti pomoću tampona vate ili četkice za zube. Ne pritiskati! Jedina metoda pogodna i za anodički ili kemijski oksidirane predmete! Teoretski bismo mogli koristiti i neko drugo blago kiselo ili alkalno sredstvo za pranje(pH 5-8).

8.2 ČIŠĆENJE INHIBIRANOM ALKALNOM OTOPINOM

10-40 gr (25) natrijevog

karbonata 5-10 gr(25) vodenog

stakla

1 litra destilirane vode

Uronjavati predmete. Dobro isprati! Samo za predmete koji nisu anodički ili kemijski oksidirani, niti fosfatirani! Može se koristiti i za čišćenje cinka ili kositra!Može se koristiti i za ultrazvučno čišćenje!

8.3 ČIŠĆENJE INHIBIRANOM KISELOM OTOPINOM

50 ml dušične kiseline

10 gr kalijevog

bikromata 1 litra

destilirane vode

Uronjavati predmete na najviše 3o minuta, potom dobro isprati. Ova otopina uklanja Al2O3 i Al(OH)3!Ne potječe iz restauratorske literature! Samo za predmete koji nisu anodički ili kemijski

oksidirani, niti fosfatirani! Kalijev bikromat kancerogen je spoj pa se korištenje otopine ne može preporučiti!

8.4 ELEKTROLITIČKO ČIŠĆENJE

6 gr natrijevog karbonata

6 gr natrijevog fosfata litra destilirane vode

Predmet spojimo na minus pol ispravljača(katoda/-/).Anoda (+) nehrđajući čelik. Trajanje 3-5 minuta. Ne potječe iz restauratorske literature! Dobro isprati! Samo za predmete koji nisu anodički ili kemijski oksidirani niti fosfatirani!

8.5 AMONIJ CITRAT

50 gr limunske kiseline

1 lit destilirane vode

dodati amonijak do postizanja pH 7

Manje predmete uroniti u otopinu,veće prelijevati.Za predmete koji nisu anodički ili kemijski oksidirani ,te fosfatirani.Dobro isprati!

8.6 TANINSKA KONVERZIONA PREVLAKA

1 gr tanina

1 lit vode

Sa NaOH ili fosfornom kiselinom korigirati pH na 4.Otopinu zagrijati na 50 C i nanijeti na predmet, nakon 30 sec isprati. Poboljšava prianjanje lakova i boja, te smanjuje osjetljivost na koroziju. Ako dodamo i najmanje 0,003 % kalij titan fluorida zaštita će biti još bolja.

Prema američkom patentu USPT 4,054,466

8.7 FOSFATIRANJE ALUMINIJA

180 ml butil alkohola

140 ml izopropanola 45 ml fosforne kiseline 90 ml destilirane vode

Uroniti predmete na 1-2 minute(veće predmete prskati),dobro isprati,osušiti ,lakirati ili voštiti.Poboljšava prianjanje lakova i boja,te otpornost na koroziju.Izbjegavati dodir sa otopinom,koristiti zaštitne rukavice i naočale.

8.8 IDENTIFIKACIJA ALUMINIJA

8.8.1 IDENTIFIKACIJA POMOĆU NATRIJEVE LUŽINE

20 gr natrijevog hidroksida

100 gr destilirane vode

Kapnuti na stražnju stranu ili bazu predmeta par kapi otopine ,te pustiti da djeluje 5-10 minuta. Ako izostane bilo kakva reakcija radi se o magneziju, ukoliko se pak razvijaju mjehurići vodika radi se o aluminiju ili nekoj njegovoj slitini. Odmah dobro isprati! Ukoliko ostane tamna mrlja vjerojatno se radi o nekoj od aluminijevih slitina sa bakrom.

8.8.2 IDENTIFIKACIJA ANODIČKI OKSIDIRANIH PREDMETA

Uzimamo 9 voltnu bateriju i žarulju za džepne baterijske lampe(ili LED diodu),ako pri zatvaranju strujnog kruga žarulja(uz pomoć malo tanke žice) ne svijetli najvjerojatnije se radi o anodički oksidiranoj površini(ista ne vodi električnu struju).

8.8.3 IDENTIFIKACIJA KROMATIRANIH PREDMETA

1 gr kalijeva
permanganata 100 ml
destilirane vode

Dvije kapi permanganatne otopine promiješati sa 3 kapi zasićene otopine natrijeva hidroksida,te kap ove mješavine nanijeti na predmet,ako za cca 60 sekundi dođe do stvaranja plavo-zelene boje predmet je kromatiran.Odmah dobro isprati ispitivano mjesto!
Prema američkom patentu USPT 4,546,087

8.8.4 IDENTIFIKACIJA KROMATIRANIH PREDMETA/II

1 gr kalijevog fericijanida
1 gr feriklorida
18 ml klorovodične kiseline(36,5-38%)
1 lit destilirane vode
pH otopine 0,8

Kap otopine kapnuti na ispitivano mjesto,ako za cca 60 sekundi ne dođe do stvaranja plavo zelene boje ponavljamo ispitivanje ali na uzorku koji sigurno nije tretitan kromatima, isto će se plavo zeleno obojenje formirati za najviše 60 sekundi.Za razliku od prethodog postupka ovaj se može koristiti i za dokazivanje kromatiranja i na drugim metalima-cinku ,bakru i slitinama,srebru.
Prema američkom patentu USPT 2,902,348

PRIPREMA ZAŠTITNIH PREVLAKA

LAK PARALOID B72

20-75 gr Paraloida B 72

1 litra toluola

Akrilnu smolu otopimo u toluolu(ili u manje otrovnom butil acetatu), po otapanju koristimo. Nanosimo kistom ili prskanjem, manje predmete možemo uroniti u lak. Ako želimo možemo dodati i inhibitor korozije benzotriazol, recimo 5 gr na litru toluola. U tom slučaju prvo otopimo BTA u toluolu, nakon toga dodamo smolu. Po nekim izvorima BTA nakon 2 godine potpuno ishlapi iz laka. Umjesto Paraloida B 72 možemo koristiti i B 67(topiv u white spiritu),te B 44 ili B 48 N.Preporuča se i korištenje kombiniranih prevlaka -npr sloj B 72 + voštana pasta ili sloj B72+sloj B67 + voštana pasta.Izbjegavati bilo kakav direktan dodir sa otopinom!Osim navedenih lakova bilo bi vrijedno ispitati primijenjivost lakova Pantarol A(Njemačka),Everbrite coating(USA),te Permalac(USA).

Danas (2021.) se na tržištu može naći i nekoliko nanotehnoloških prevlaka - Sambol Silber-Anlaufschutz NANO - ATP 100

(Njemačka),te NanoTech Metal Coating (USA),iste su problematične reverzibilnosti te su namijenjene isključivo potpuno čistim metalnim površinama,bez korozionog sloja ili patine.Postoji i japanski komercijalni proizvod EleColo (2025.),također na nanotehnološkoj osnovi,bezbojna bi varijanta bila eventualno uporabiva i u konzervaciji restauraciji,pa bi je također vrijedilo ispitati.

VOŠTANA PASTA

7 gr parafina

2 gr pčelijeg voska

1 gr montan voska(pročišćenog)

2 gr silikonskog ulja

75 gr toluola

5 gr benzotriazola

U loncu sa dvostrukim dnom otopimo sve sastojke osim benzotriazola(BTA) i toluola.Umjesto pčelinjeg voska bolje je uzeti mikrokristalni vosak. BTA otopimo u toluolu i dodamo na kraju-pri radu izbjegavati dodir sa otopinom ili prahom!. Pastu možemo izraditi i samo od mikrokristalnog voska i toluola(ili bolje white spirita) ,te BTA-ova se varijanta lakše uklanja. Nanositi krpom ili kistom , obavezno koristiti zaštitne rukavice(ukoliko smo koristili BTA)!

VOŠTANA PASTA /II

mikrokristalni vosak 100 gr

polietilen vosak 25 gr

white spirit 230 gr

Otopi voskove,dobro izmiješaj,dodaj white spirit(zapaljivo !).Dok se hladi stalno miješati,rezultat mora biti bijela pasta.Uklanja se sa white spiritom!Polietilen vosak bolje je izostaviti(problematičan za uklanjanje)!Kao mikrovosak obično se koristi Cosmolloid 80 H.Koristiti se mogu i njemački mikrovoskovi TeCero Wachs 30 410,30 201,30 222,dva posljednja najčešće u mješavini sa prvo navedenim(30 410!).Sve voskove osim kao pastu možemo prirediti i kao otopinu u bezinu,terpentinu ili white spiritu.

ULJNI PREMAZ

20 dijelova ribljeg ulja

80 dijelova white spirita ili medicinskog benzina

Brzo suši i ne mijenja izgled metala.Uklanja se sa white spiritom.Prije svega za tehničke spomenike,te oružje.

ULJNI PREMAZ /II

terpentin 1000 ml

laneno ulje,ugušćeno 100 ml
olovni sikativ 2 ml
Bez dodatka olovnog sikativa može se koristiti za zasićenje i ujednačavanje boje na obojenim željeznim premetima no u tom slučaju radije uzimamo samo 50 ml ulja.Verzija sa sikativom

koristi se kod izolacije taninom tretiranih površina.,bez izolacije tanin može obojiti slojeve nad njim.Olovni je sikativ otrovan-izbjegavati
dodir sa otopinom!Olovni se sikativ uostalom i više ne može kupiti (Kremer ga prodaje ali šalje samo špedicijom i treba imati dozvolu za kupnju otrovnih tvari /2015./).

KUPKE ZA GALVANOPLASTIKU

(za izradu kopija te nedostajućih dijelova!)

BAKAR:
150-250(200) gr bakar sulfata

45-110(30) gr sumporne kiseline

1 lit destilirane vode

anoda= elektrolitski bakar(no može i običan bakreni lim)

ZLATO

200 gr kalijevog

ferocijanida 50 gr

natrijevog karbonata 50 gr

zlato klorida

1 lit destilirane vode

anoda= platinirani titanij ili nehrđajući čelik , temp. 70 C

SREBRO

200 gr kalijevog

ferocijanida 20 gr kalijevog

karbonata 40 gr srebro

klorida

1 lit destilirane vode

anoda= platinirani titanij ili nehrđajući čelik , temp. 60-80 C

ŽELJEZO

240 gr željezo klorida

180 gr kalijevog klorida

1 lit destilirane vode

anoda= željezo, temp. 25 C,2-5 A/dm2, pH 5-5,5

NIKL

450 gr nikl sulfamata

30 gr borne kiseline

1 lit destilirane vode

anoda=nikl, pH 3-5,temp.40-60 C,2-30 A/dm2

METALI KOJE RJEĐE SREĆEMO U MUZEJSKIM ILI PRIVATNIM ZBIRKAMA

Antimon- u skladu sa literaturom može se naići na arheološke predmete od čistog antimona, dolazi u nekim slitinama(štamparsko olovo , slitina za zrna za vatreno oružje, tvrdi kositar, britanija metal),čistiti sa 5% otopinom vinske kiseline.

Krom-koristi se za elektrolitsko prevlačenje drugih metala-kromiranje(od 1924.) ,vrlo otporan na koroziju, dolazi i u nekim slitinama(nehrđajući čelici)Za čišćenje možemo koristiti 2-10 % otopinu od 47,5 gr natrijeva glukonata,47,5 gr limunske kiseline i 4,9 gr vinske kiseline te 0,1 gr neionskog detergenta.

Niobij- kao i titanij može se obojiti putem anodičke oksidacije ,koristi se u izradi suvremenog nakita,čistiti otopinom sapunike(vidi titanij)

Nikl- isto kao i krom ,no manje otporan na koroziju ,koristi se za elektrolitsko prevlačenje drugih metala-niklanje(od 1869.u većem opsegu), te u nekim slitinama(nehrđajući čelici ,nov o srebro ,monel,neke vrste bijelog zlata)Za čišćenje možemo koristiti 2-10 % otopinu od 47,5 gr natrijeva glukonata,47,5 gr limunske kiseline i 4,9 gr vinske kiseline te 0,1 gr neionskog detergenta

Magnezij- vrlo lak metal(33% lakši od aluminija),koristi se većinom u obliku slitina, glavna primjena automobilska industrija(dijelovi motora),nekada dosta korišten i u avio industriji ,u većem opsegu koristi se od 1930.,za čišćenje možemo koristiti alkalne otopine npr. 30 g natrij karbonata/30 gr trinatrij fosfata/1 gram sintetskog sapuna/ 1 lit vode.Vrlo slična otopina može se koristiti i za elektrolitsko čišćenje(po 25 gm karbonata i fosfata na litru vode, 1-2 A /dm2,90 C temp.).Za ispiranje koristiti običnu vodu,osušiti alkoholom.

Paladij- plemeniti metal iz grupe platinskih metala, koristi se u proizvodnji bijelog zlata(od 1920.), rijetko za nakit,čistiti otopinom sapunike(vidi titanij)

Platina- plemeniti metal, vrlo otporan na koroziju, koristi se u izradi skupocjenog nakita, u široj primjeni od oko 1900.,čistiti otopinom sapunike(vidi titanij)

Rodij- plemeniti metal iz grupe platinskih metala, vrlo otporan na koroziju ,koristi se za elektrolitsko prevlačenje srebra i lošijih vrsta bijelog zlata-rodiniranje(od 1930.),čistiti otopinom sapunike(vidi titanij).

Titanij- laki metal, po osobinama sličan nehrđajućem čeliku, može ga se obojiti termičkim ili elektrolitskim putem, koristi se u izradi suvremenog nakita(otprilike od 1965.),možemo ga čistiti pomoću otopine biljke sapunike(50 gm korijena /lit kipuće vode,nakon 10 minuta stajanja može se koristiti),anodički ili termički obojene dijelove ,ne lakirati,ne čistiti abrazivima.Može se koristiti i alkalna otopina od 10-15 % NaOH,uz dodatak 1% kuhinjske soli(90 c temp.),ili otopina od 10-25 % vruće limunske kiseline.

Živa- jedini metal koji je tekuć na sobnoj temperaturi ,korištena za tkz. amalgamsku pozlatu i posrebrenje ,do 1840. jedinu šire korištenu metodu pozlate i posrebrenja metalnih predmeta ,koristila se i za izradu zrcala, te izradu termometara i barometara ,spojevi su joj vrlo otrovni!

TEMELJNA LITERATURA

1.Corrosion and metal artifacts: a dialogue between conservators and archaeologists and corrosion scientists, Washington 1977. (dostupno online)

2.Conservation & restoration of metals : proceedings of the symposium held in Edinburgh, 30-31 March, 1979., Edinburgh 1979.

3.Stambolov, T. The corrosion and conservation of metallic antiquities and works of art - a preliminary survey, Amsterdam 1985.

4.Corrosion inhibitors in conservation:The Proceedings of the conference held by UKIC in association with the Museum of London, London 1985.

5.Conservation of metal statuary and architectural decoration in open-air exposure: symposium, Paris, 6. - 8. X. 1986 = Conservation des oeuvres d'art et décorations en métal exposées en plein air, Rim 1987. (dostupno online)

6.Pearson, C. 6.Conservation of Marine Archaeological Objects, London 1987.

7.Townsend, J. H.; Child, R. E. Modern metals in museums, Cardiff 1988.

8.Metals Conservation: 7th International Restorer Seminar, Veszprem, Veszprem 1989.(dostupno online)

9.Brown, B. ; Burnett, H. ; Chase, W. T. ; Goodway, M., Corrosion and metal artifacts : A dialogue between conservators and archaeologists and corrosion scientists, Houston NACE 1991,

10.Scott, D. A. Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals, Santa Monica 1991. (dostupno online)

11.Scott, D. A. Ancient and Historic Metals-Conservation and Scientific Research, Santa Monica 1994.(dostupno online)

**12. Scott, D. A. Copper
and Bronze in Art-Corrosion, Colorants, Conservation, Los Angeles 2002.(dostupno online)**

13.Scott, D. A. Iron and Steel in Art-Corrosion,

Colorants, Conservation, London 2009. 14.Scott, D.

A. Ancient Metals: Microstructure and Metallurgy

Volume I, Los Angeles 2011.

15.Scott, D. A. Gold and Platinum Metallurgy of Ancient Colombia and Ecuador.: Ancient Metals: Microstructure and Metallurgy Volume II, Los Angeles 2012.

16.Scott, D. A. Ancient Metals: Microstructure and Metallurgy Volume III Catalogue of Ancient Colombian Data., Los Angeles 2012.

17.Scott, D. A. Ancient Metals: Microstructure and Metallurgy Vol. IV: Iron and Steel., Los Angeles 2013.

18.Jain Kamal K., Narain Shyam, Iron Artifacts :History,

Metallurgy, Corrosion and Conservation, New Delhi, 2009.

19.Selwyn, L. Metals and Corrosion-A Handbook for Conservation

Professional, Ottawa 2004.

20.Draymann-Weiser, T. Gilded Metals-History, Technology, Conservation, London 2000.

21.Draymann-Weiser, T. Dialogue/89 - The conservation of bronze sculpture in the outdoor environment : a dialogue among conservators, curators, environmental scientists, and corrosion engineers, Houston 1992.

22.Dillman, P.; Beranger, G.; Piccardo, P.; Matthiesen, H. Corrosion of metallic heritage artefacts-Investigation, Conservation and Prediction of long term behaviour, Cambridge 2007.

23.Cronyn, J. M. The Elements of Archaeological Conservation, London 1990.

24.Turner-Walker, G. A Practical Guide to the Care and Conservation of Metals, Taipei 2008.(dostupno online)

25.Rodgers, B. The Archaeologist Manual for Conservation-A Guide to Non-toxic, Minimal Intervention Artifact Stabilization, New York 2004.

26.Untracht, O. Metal Techniques for Craftsmen, New York 1968.

27.Stuart, B. Analytical Techniques in Materials Conservation, Chichester 2007. May, E.; Jones, M.

28.Conservation Science-Heritage Materials, Cambridge

29.Ward,F. Gem Care,Malibu 2002.

30.METAL 95, Proceedings of International

Conference on Metal Conservation, London

1997.

31.METAL 98, Proceedings of Inernational Conference on Metal Conservation, London 1999.

32.METAL 01, Proceedings of International Conference on Metal Conservation, Perth 2002.

33.METAL 04, Proceedings of International Conference on Metal Conservation, Canberra 2005.(dostupno online)

34.METAL 07, Proceedings of International Conference on Metal Conservation, Amsterdam 2007.

35.METAL 2010., Proceedings of International Conference on Metal Conservation, Charleston 2012006. (dostupno online)

36.METAL 2013.Proceedings of Internationsl Conference on Metal Conservation, Edinburgh 2013.(dostupno online)

37.METAL 2016.Proceedings of Internationsl Conference

on Metal Conservation, New Delhi 2017. (dostupno

online)

38.METAL 2019.Proceedings of Internationsl Conference on Metal Conservation, Neuchatel 2017. (dostupno online)

39.METAL 2022.Proceedings of Internationsl Conference on Metal Conservation, Helsinki 2022. (dostupno online)

40.METAL 2025.Proceedings of Internationsl Conference on Metal Conservation, Cardiff 2025. (biti će dostupno online)

41.La Niece, S.; Craddock, P. Metal Plating and Patination: Cultural, Technical and Historical Develpoments, Boston 1993.

42.Anheuser, K.; Werner, C.(Eds.) Medieval Reliquary Shrines and Precious Metalwork / Châsses-reliquaires et Orfèvrerie Médiévales, London 2006.

43.Horie, C. V. Materials for Conservation, Oxford 2010.

44.Smith, R. D. Make all sure : the conservation and restoration of arms and armour, Leeds 2006.

45.Appelbaum, B. Conservation Treatment Methodology, New York 2007.

46. Practical Building Conservation:Metals, Farnham 2012.

47.Ed. P. Dillmann, D. Watkinson, E. Angelini, A. Adriaens, Corrosion and conservation of cultural heritage metallic artefacts, Cambridge 2013.

48.Risser, E.;Saunders, D. The Restoration of Ancient Bronzes - Naples and Beyond, Los Angeles 2013.(dostupno online)

49.Ghoniem, M. A. Corrosion Inhibitors For Archaeological Copper - Conception, Mechanism and Testing, Saarbrucken 2012.

50.Yu. J.;Lee. H.;Go. I. Conservation of

metal objects, Daejeon 2012.

51.Mitchell,D.S. Conservation of

Architectural Ironwork ,London 2016.

52.Costa,V. Modern Metals in Cultural Heritage - Understanding and

Characterization,Los Angeles 2019.

53.Aluminum:History,Technology,Conservation,Washington 2019.

(dostupno online)

54.Scott,D.A. ,Schwab,R. Metallography in Archaeology

and Art,Cham 2019.

55.Branch,L. Bronze Behaving Badly: Principles of Bronze

Conservation,London 2020.

56.Williams,A.;Dowen,K.(Eds.) Arms & Armour History, Conservation and Analysis, Essays in Honour of David Edge,London 2021.

57.GUIDELINES FOR THE TECHNICAL EXAMINATION OF BRONZE SCULPTURE, EDS. BOURGARIT, D., BASSETT, J., BEWER,F.G, HEGINBOTHAM,A., LACEY,A. and MOTTURE,P. , Los Angeles 2025. (dostupno online)

Važniji naslovi na drugim jezicima (osim engleskog):

1.Heinrich, P. (Hrsg.) Metallrestaurierung, Muenchen 1994.

2.Stambolov, T.; Bleck, R. D.; Eichelmann, N. Korrosion und Konservierung von Kunst und Kulturgut aus Metall, Weimar I/1987., II/1988.(dostupno online)

3.Mourey, W. La conservation des antiquités métalliques, du chantier de fouilles au musée, Draguignan 1987.

4.Leoni, M. Elementi di metallurgia applicata al restauro delle opera d'arte. Corrosione e conservazione dei manufatti metallici, Firenca 1984.

5.Volfovsky, C.; Philippon, J. La Conservation des metaux, Paris 2001.

6.Marabelli, M. Conservazione e restauro dei metalli d`arte, Rim 1995.

7.Schemahanskaya, M. S. Restavraciya metalla, Moskva 1989. (dostupno online)

8.Никитин, М. К., Мельникова, Е. П. ХИМИЯ В РЕСТАВРАЦИИ. СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ.; Lenjingrad 1990. (poglavlje o konzervaciji metala)(

9.Minzhulin, O. I. Restavraciya tvoriv z metalu, Kijev 1998.

10.Anna Grelle Iusco: Matrici metalliche incise. Il problema della conservazione e restauro dalla calcografia romana all'Istituto nazionale per la grafica,Rim1998.

11.Catello, D. Il restauro delle opere in argento. Restoration of silver artifacts, Napulj 2008.

12.Meissner, B.; Doktor, A.; Mach, M. Bronze und Galvanoplastik-Geschichte-Materialanalyse-Restaurierung, Dresden 2000. ((dostupno online)

13.Mach, M. Metallrestaurierung/Metal Restoration, Muenchen 1997. (dostupno online)

14.Krist, G. Metallrestaurierung-

Metallkonservierung:Geschichte, Methode und Praxis, Beč

2009.

15.Schmidt-Ott, K. Das Plasma in der Metallkonservierung-

Moeglichkeiten und Grenzen, Zurich 2009.(dostupno

online)

16.Anheuser, K. Im Feuer Vergoldet, AdR-Schriftenreihe zur Restaurierung und Grabungstechnik, Band 4 / 1998.

17.Diaz Martinez, S.; Garcia Alonso, E. Tecnicas metodologicas aplicadas a conservacion-restauracion del patrimonio metalico, Madrid 2011.(dostupno online)

18. Barrio Martin, J.; Chamon Frenandez, J. Proyecto Dorados: tecnología, conservación y restauración de los metales dorados medievales, Madrid 2011.

19.La técnica radiografica en los metales históricos(English translation included), Madrid 2011.(dostupno online)

20.Salvi, A. Meteo e metalli. Conservazione e restauro delle sculture al aperto. Dal Perseo all arte contemporanea, Firenca 2007.

21.S. Siano (a cura di): Pulitura laser di bronzi dorati e argenti,Firenca 2008.

22.Bruecke, D. Die Konservierung pigmentierter Altbeschichtungen auf Stahlbauten, Saarbrücken 2011.(dostupno online)

23.Fischer, A. Reste von organischen Materialien an Bodenfunden aus Metall – Identifizierung und Erhaltung für die archäologische Forschung, Muenchen 1997.

24.Schlaepfer, B. R. Metais: Restauracao e conservacao, Rio de Janeiro 2009.

25.Gaomez Moral, F. Conservacion De Metales De Interes Cultural, Quito 2004.

26.Krause, J. Sarkofagi cynowe: problematyka technologiczna warsztatowa i konserwatorska, Torun 1995.

27.Mach, M.; Moetnner, P. Zinkguß, die Konservierung von Denkmälern aus Zink, Muenchen 1999.

28.Barrandon, J. N.; Meyer-Roudet, H. A la recherche du métal perdu : nouvelles technologies dans la restauration des métaux archéologiques, Paris 1999.

29.Ronald Gobiet (Ed.), Die Salzburger Mariensäule - Zur Konservierung monumentaler Bleiplastiken / Sulla conservazione dei monumenti in piombo, Salzburg 2006.

30.Letardi, P.; Trentin, I.; Cutugno, G. Monumenti in bronzo all'aperto. Esperienze di conservazione e confronto., Genova 2004.

31.Melucca Vaccaro, A.; De Palma, G. I Bronzi di Riace : restauro come conoscenza : 1: archeologia, restauro, conservazione, vol. 1, Rim 2003.

32.Born, H. Restaurierung Antike Bronzewaffen, Mainz 1993.

33.Brueggerhoff, S.; Koenigfeld, P. Farbige Eisengitter der Barockzeit: Beiträge zu Geschichte und Funktion, Korrosion und Konservierung, Bochum 2002.

34.Knaut, M.; Jeberien, A. (Hrsg.): Adel verpflichtet - Forschungen und Ergebnisse zur Konservierung und Restaurierung der barockzeitlichen Särge vom Schlossplatz Berlin-Mitte, Berlin 2012.

35.Barrio, J.; Cano, E. (Editores). MetalEspaña ’08. Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico. UAM-CSIC, Madrid 2009.(dostupno online)

36.Konzervování a restaurování kovů. Ochrana předmětů kulturního dědictví z kovů a jejich slitin, Brno 2011.

37.Safarzynski, S.; Weker, W. Wprowadzenie do sztuki konserwacji metalu, Varšava 2010.

38. Dolcini, L. Il restauro delle oreficerie:aggiornamenti, Milano 1996.

39.Catello, C. Argenti antichi: tecnologia restauro

conservazione: rifacimenti e falsificazioni, Napulj 1994.

40.Horev,V. Antikvarnoe oružie,ekspertiza i

restavracija,Rostov na Donu 2011.

41.Conservation of Metal Objects, National Research

Institute of Cultural Heritage, Daejeon(S.Korea)

2012.(dostupno online)

42.Schmutzler,B. Rettung vor dem Rost ,Rahden 2012.

43.Цыбульская О.Н., Буравлёв И.Ю., Юдаков А.А., Никитин Ю.Г. Сохранение археологического металла. Владивосток 2012.

44.Landesamt f. Denkmalpfl. u. Archäologie Sachsen-Anhalt (Hrsg.):Die Merseburger Fürstengruft Geschichte, Zeremoniell, Restaurierung,Halle 2013.

45.Kuhn,H.;Emerling,E. Werke aus Kupfer,

Bronze und Messing,Muenchen 2014.

46.Projecto Coremans :Criterios de

intervención

en materiales metálicos/Intervention criteria for metallic materials,Madrid 2015.(dostupno online)

47. Actas del II Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico. MetalEspaña 2015(dostupno online)

48.Krack,E. Konservierungswissenschaft schreibt Geschichte Objektrestaurierung an der Angewandten – Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Konservierungs - wissenschaft und Restaurierung,Wien 2012.

49.Berger,D. Bronzezeitliche Färbetechniken an Metallobjekten nördlich der Alpen,Halle 2012.(dostupno online)

50.Аверин ,А. В. «Реставрация древних металлических изделий», Moskva 2011.

51.Jaschke,M.,Stähle,R.:Kostbare Einbandbeschläge an armenischen Handschriften,Wiesbaden 2015.

52.Šemahanskaja,M. Metali i veši,Istoria.Svoistva,Razrušenie.Restavracija,Moskva 2015.

53.И.Ю. Буравлев, О.Н. Цыбульская,А.А Юдаков, Ю.Г. Никитин, А.Ю. Чириков, Е.И. Гельман, С.Б. Ярусова.Консервация железных археологических предметов , Москва 2018.(dostupno online)

54.Буршнева С.Г. Реставрация археологических и этнографических предметов из железа,Kazan 2019. (dostupno online)

55.Rossi,S. Il restauro delle oreficerie,Firenca 2020.

56.Barrio Martín,J. (Ed.) Conservación y restauración de materiales metálicos,Madrid 2021.

Važne starije knjige i tekstovi iz časopisa

1.Voss, A. Merkbuch, Altertümer auszugraben und auszubewahren. Eine Anleitung für das Verfahren bei Ausgrabungen, sowie zum Konserviren vor- und frühgeschicht Alterthümer. Greg. auf Veranlassung des Hrn. Ministers der geistl., Unterrichts- und Medizinal Angelegenbeiten. Berlin: Mittler und Sohn, 1888.(dostupno online)

2.Rathgen, F. “Über eine neue Anwendung des elektrischen Stromes zur Konservierung antiker Bronzen.” Prometheus1 (1889): str. 196–198.

3.Rathgen, F. “Über Konservierung antiker Bronzen.” Dingler's Polytechnisches Journal 7 (1896): str. 44–45.

4.Rathgen, F. “Über Reinigung oxydirter antiker Kupfermünzen.” Dingler's Polytechnisches Journal 7 (1896): str. 45– 46.

5.Rathgen, F. *Die Konservierung von Altertumsfunden*, Berlin 1898. (dostupno online)

6.Rathgen, F. “Zapon und seine Verwendung zur Konservierung von Sammlungsgegenständen (Hanschriften, Wachssiegel, Gipsabgüsse, Stein und Ton, Glas, Metall).” Prometheus15 (1903/1904): str. 485–487, 499–502.

7.Rathgen, F.“Über die Erhalting von Altertumsfunden aus Metall.” P, Mainz, 1904.

8.Rhousopoloulos, O. A. “Über die Reinigung und Konservierung der Antiquitäten.” Chemische Zeitschrift 2 (1903)

9.Berthelot, M. “Sur l'altération lente des objets de cuivre, au sein de la terre et dans les musées.” Comptes Rendus Hebdomadaires des Scéances de l'Académie des Sciences118 (Paris, 1894): str. 768–770.

10.Berthelot, M. “Étude sur les métaux qui composent les objets de cuivre de bronze, d'étain, d'or et d'argent, découverts par M. DeMorgan, dans les fouilles de Dahchour, or provenant du Musée de Gizeh.” Annales de Chimie et de Physique, series 7, 4 (1895): str 546–574.

11.Berthelot, M. “Réaction des chlorures alcalins sur l'argent.” Annales de Chimie et de Physique, series 7, 14 (1898): str. 205–206.

12.Berthelot, M. “Sur l'altération lente des alliages métalliques contenant du cuivre, au contact simultané de l'air et des chlorures alcalins.” Annales de Chimie et de Physique, series 7, 22 (1901): str. 457–460.

13.Applegren, H. “Krefting's Methode für Reinigung und Konservierung von Metalgegenständen.” Finska förnminnesföreningens Tidskrift17 (1897): str. 333–347.

14.Frazer, W. “Ulcerative Disease of Bronze, or 'Bronze Cancroid.'.” Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland8 (1898): str. 61–62.

15.Setlick, B. “Über natürliche und künstlicheunstliche Patina, sowie Reinigung und Konservierung von Altertümern.” Chemiker-Zeitung 27 (1903): str. 454–455.

16.Flinders Petrie, W. M.“The Treatment of Small Antiquities.”

Archaeological Journal 65 (1888): str. 85–89.

17.Flinders Petrie, W. M. *Method and Aims in Archaeology*, London 1904.

18.Rosenberg, G. *Antiquités en fer et en bronze : leur transformation dans la terre contenant de l'acide carbonique et des chlorures et leur conservation*, Copenhagen 1917.

19.Scott, A. *The cleaning and restoration of museum exhibits* (report upon investigation conducted at the British Museum, Department of Scientific and Industrial Research), London 1921.

20.Scott, A. *The cleaning and restoration of museum exhibits*, 2d report. British Museum, Department of Scientific and Industrial Research. London 1923.

21.Fink, C. G.; Eldridge, C. H. *The restoration of ancient bronzes and other alloys*, New York 1925.

22.Galnbek, I. A. Očistka i sohranenie metaličeskih predmetov drevnosti, Lenjingrad 1927.

23.Scott, A. *The cleaning and restoration of museum exhibits*, 3d report. British Museum, Department of Scientific and Industrial Research. London 1926.

24.Nichols, H. W. *Restoration of ancient bronzes and cure of malignant patina.* Chicago 1930.(dostupno online)

25.Lucas, A. *Antiques: Their restoration and preservation*, London 1932.(dostupno online)

26.Plenderleith, H. J. *The preservation of Antiquities*, London 1934.

27.Grupa autora : *Očerki po metodike tehnologičeskog issledovanija restavracii i konservacii drevnih metaličeskih izdelij*, Moskva 1935.(dostupno online)

28.Farmakovskiy, M. V. *Konservacija i restavracija muzeinih kollekcij*, Moskva 1946.

29.Plenderleith, H. J. *The Conservation of Antiquities and Works of Art*, London 1956. (dostupno online)

30.Gustav Mazanetz *Erhaltung und Wiederherstellung von Bodenfunden.*

Bronze, Eisen, Gold, Silber, Blei, Zinn*, Beč 1960.*

31-France-Lanord, A. *La conservation des antiquites metalliques*, Paris 1962.

32.Grupa autora: Konserwacja zabitkow metalowych,Varšava 1963.

33.Pelikan. J. B., Čupr, V. *Zaklady konzervace kovu v muzeich*, Prag 1963.

34.Сообщения ВЦНИЛКР. № 13. - Moskva 1964 .(dostupno online)

Članci vezani uz konzervaciju drugih metala osim srebra,bakra i željeza

Zlato

Martin, M.F.T. The technology and conservation of gold and silver in antique jewellery ,University of London. Institute of Archaeology ,London 1965.

Scott, D. A. 1983. The Deterioration of Gold Alloys and Some Aspects of their Conservation. Studies in Conservation 28 (4):194-203

INTERPRETATION OF ANCIENT ARTISTRY: CONSERVATION OF A GOLD WREATH FROM THE FOURTH CENTURY B.C.,JEFFREY P. MAISH

Hockey, M. 2001. Approaches to the Conservation of Gold at the British Museum. In Metal 2001: Proceedings of the ICOM Committee for Conservation Metals Working Group: ICOM, 263-269.

Hamilton,D. Gold and Gold Alloy Conservation

Sian Tiley-Nel, Hazel Botha :The conservation of the Mapungubwe gold collection, South Africa

Bolańos Borrero, M.P.F. : "Orfčvrerie: recommandations pour sa conservation"

, Metal 95: Proceedings of the international conference on metals conservation, Semur-en-Auxois, 25-28 September 1995 = Metal 95:

actes de la conférence internationale sur la conservation des métaux, Semur-en-Auxois, 25-28 septembre 1995

Theile, Johanna María; et alii: "Análisis y conservación de los vasos de oro del Museo Arqueológico Gustavo Le Paige de San Pedro de Atacama, Metal 2001: proceedings of the international conference on metals conservation, Santiago, Chile, 2-6 April 2001

Малкиель И.К. Реставрация золотого эгрета с плюмажем,Культурное наследие: сохранение, реставрация, реновация (Материалы семинара «Проблемы реставрации и обеспечения сохранности памятников культуры и истории» - 2011) СПб., 2012

Viegas Wesolowska ,C. Conservation of a Jewelled

Bouquet ,V&A Conservation Journal 2006/ 54

Kositar

H.J. Plenderleith, R.M. Organ, The

decay and conservation of museum

objects of tin, Studies in

Conservation 2 (1953) 63–72.

C. Worth, D.H. Keith, On the treatment of Pewter plates from the

Wreck of La Belle, 1686, The International Journal of Nautical Archaeology 26 (1) (1997) 65–74.

Macleod, Ian D.; Wozniak, R. "Corrosion and conservation of tin and pewter from sea water" , Metal 95: Proceedings of the international conference on metals conservation, Semur-en-Auxois, 25-28 September 1995 = Metal 95: actes de la conférence internationale sur la conservation des métaux, Semur-en-Auxois, 25-28 septembre 1995

Mottner,P.:Denkmäler aus Blei, Zinn und Zink,Materialforschung, Restaurierung, Konservierung,članak u Metallrestaurierung,Muenchen 1997.

Care and conservation of Pewter

The Decay and Conservation of Museum Objects of Tin

Vak, Bettina , "Zur Restaurierung von vier Giessfässern aus Zinn",Schriften des Vorarlberger Landesmuseums. Reihe B: Kunstgeschichte und Denkmalpflege ,Bregenz 1988.

Heller, Don B.; Fennimore, Donald L. "The restoration of a William Will pewter teapot" ,Preprints of papers presented at the fifth annual meeting of the AIC, Boston, Mass., 30 May - 2 June 1977

HOUSKA, I., ZÁPALKOVÁ, H.: Restaurování cínové sochařské výzdoby

náhrobku olomouckého biskupa Leopolda Egkha z chrámu sv. Mořice v Kroměříži. In Sborník z konference konzervátorů a restaurátorů. Brno 2004, s. 110-114.

<u>Cink</u>

Dent Weil, P. Problems in the Conservation of Zinc Sculpture in outdoor Exposure. in: Conservation o f Metal Statuary and Architectural Decoration in open-air Exposure. Symposium Paris 1986. ICCROM. Rom 1987. S. 157

Mottner,P.:Denkmäler aus Blei, Zinn und Zink,Materialforschung, Restaurierung, Konservierung,članak u Metallrestaurierung,Muenchen 1997.

Mottner, P.; Brückner, H.; Freitag, J. : "Conservation of cast zinc sculptures in outdoor exposure, Metal 95: Proceedings of the international conference on metals conservation, Semur-en-Auxois, 25-28 September 1995 = Metal 95: actes de la conférence internationale sur la conservation des métaux, Semur-en-Auxois, 25-28 septembre 1995

Care of Objects Made of Zinc - Canadian Conservation Institute (CCI) Notes 9/9

GRISSOM,C.A. & HARVEY,R.S. THE CONSERVATION OF AMERICAN WAR MEMORIALS MADE OF ZINC

Grissom, C. A. The Conservation of Outdoor Zinc Sculpture, ,članak u Scott, David A., Jerry Podany, and Brian B. Considine, eds. Ancient & Historic Metals: Conservation and Scientific Research. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1994.

Zappala, Antonio, “Pulizia dai prodotti di corrosione delle matrici calcografiche

di zinco”, KERMES, arte e técnica del restauro, Nardini editore, anno III. 1990 – 8 – (18-26).

Alonso, Mercedes; Borrós Salvador y Esteve, Joan “Método para la

restauración de planchas calcográficas de cinc mediante la técnica de plasma frío” en Goya, revista de arte, 283-284 (2001), 308-313.

C. Cugat, Conservación de laminas calcográficas de zinc, Barcelona, 1992,

Departament de Ciencia de Materials i Enginyeria Metal·lurgica. Universidad Politécnica de Cataluña.

Olovo

Organ, R.M., (1953). Use of ion-exchange resin in the tratment of lead objects, Museums Journal,53, 49-52.

Lane, H., (1979). Some comparisons of lead

conservation methods, including consolidative

reduction. In SSCR (eds), The Conservation and

Restoration of Metals, 50-60. (Edinburg)

Nosek, E.M., (1985). The investigation and conservation of a lead paten from the eleventh century,Studies in Conservation, 30, 19-22.

Hett,D., Die Restaurierung des klassizistischen Bleischmuckes der bischöflichen Residenz in Passau. Arbeitsblätter für Restauratoren. 2, 1978 Gruppe 2, S.103

Green, L., (1989). A re-evaluation of lead conservation techniques at the British Museum,Conservation of Metals. In Jaro, M., Veszprem, (eds), str.121.

Mottner,P.:Denkmäler aus Blei, Zinn und Zink,Materialforschung, Restaurierung, Konservierung,članak u Metallrestaurierung,Muenchen 1997.

Treatments of Corroded Lead Artefacts AN OVERVIEW ,Bart Schotte and Annemie Adriaens

Fontaine,C.:Traitement localisé des produits de corrosion du plomb d'une bulle papale attachée à son parchemin

CARRADICE, I. A., CAMPBELL, S. A. "The

conservation of lead comunion tokens by

potentiostatic reduction", Studies in

Conservation, 39,(1994),100-105

DEGRIGNY, C. Y LE GALL, R. "Conservation of ancient lead artefacts corroded in

organic acid environments: electrolytic stabilization/consolidation", Studies in Conservation, 44,(1999),157-169.

INVESTIGACIÓN SOBRE EL PROCESO DE ESTABILIZACIÓN Y LIMPIEZA POR REDUCCIÓN POTENCIOSTÁTICA DE UN PLOMO EPIGRÁFICO ROMANO - J.Barrio, E. Cano*, M. Arrroyo, A.I. Pardo, y J. Chamón

Rocca, E., Rapin, C., Mirambet, F., (2004). Inhibition treatment of the corrosion lead artefacts in atmospheric conditions and by acetic acid vapour: use of sodium decanoate, Corrosion Science, 46,653-665.

Aluminij

Timmons, Sharon, ed., "Aluminum," in Preservation and Conservation:

Principles and Practices, Proceedings of the North American International Regional Conference, Williamsburg, Virginia and Philadelphia, Pennsylvania, September 10-16, (Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1972) pp. 221-222.

Stabilization of a wrecked and corroded aluminium aircraft ,by G.T. Bailey

STABILIZATION OF CORRODED ALUMINIUM,lan D. MacLeod

Degrigny, C., Stabilisation de moteurs d

´avions immergés, Studies in

Conservation, 40 (1995) 10-18

Degrigny, C., La mise au point d'un traitement cathodique de stabilisation de

vestiges aéronautiques immergés en alliages d'aluminium, actes du colloque Sauvegarder le XXème siècle : la conservation des matériaux modernes, Ottawa 1991, Pub. ICC, (1993), 373-380

Adams, C.,Hallam,D. Finishes on aluminium: a conservation perspective,Symposium'91: saving the twentieth century; Ottawa 1993.

Schmidt,J. Die Korrosion von Aluminium,Hinweise zur Restaurieung und Konservierung,članak u Schriftereihe zur Restaurierung und Grabnungstechnik 1,Schutz der Metalle gegen atmosphaerische Korrosion,1994,str 35 - 39

Hallam, D.; Adams, C.D.; Bailey, G.; Heath, G.A."Redefining the electrochemical treatment of historic aluminium objects", Metal 95: Proceedings of the international conference on metals conservation, Semur-en-Auxois, 25-28 September 1995 = Metal 95: actes de la conférence internationale sur la conservation des métaux, Semur-en- Auxois, 25-28 septembre 1995

Larson,J. ,The laser cleaning of an aluminium sculpture,članak u The conservation of modern sculpture,Tate Gallery Conference,London 1995.

M. Barrett, A.Baxter, M. Lewis, S. Nolley The laser cleaning of Anna Hyatt Huntington's aluminum sculpture "The Torch Bearers"

Топильская И.В. Консервация скульптуры из алюминия и его сплавов, хранящейся на открытом воздухе,Художественное наследие. Хранение, исследование, реставрация. № 5. М.ГосНИИР, 1979

Sanz,I.C. Aluminio. Duraluminio: patologías y posibles tratamientos de estabilización y restauración, IV Congreso Latinoamericano

de Conservación y Restauración de Metal,Madrid, del 13 al 17 de septiembre de 2011

Članci i prezentacije na internetu

(dio ovih članaka danas je nedostupan,eventualno potražiti preko naslova!)

1.[ICOM CC WG Metals https://www.icom-cc.org/en/working-groups/metals

2.[http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/physics/research/condensedmatt/sims/bromec/ BROMEC - Bulletin of Research On Metal Conservation]

3.[http://metalsconservationinfomation.wikifoundry.com/METALConsninfo] (Metals Conservation Catalog subpage - including huge collection of links //300 links!!!//)

4.[http://icon.org.uk/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid= ICON Metals Group]

5.[http://art-con.ru/node/5148 Коррозионные разрушения археологического железа и методы его стабилизации] nedostupno

6.**[http://www.medal-project.eu/ MEDAL project]**

7.**[http://proteus.brown.edu/metalscourse/7388 UCLA metals course- archived presentations] nedostupno**

8.[http://www.sha.org/index.php/view/page/conservation_facts Society for Historical Archaeology-Conservation FAQ and facts]

9.[http://www.buildingconservation.com/articles.htm#metals Building Conservation-articles on metals conservation]

10.[http://ncptt.nps.gov/blog/development-and-testing-of-organic-coatings-for-the-protection-of-outdoor-bronze-sculpture-from-air-pollutant-enhanced-corrosion-i-2001-09/ Development and Testing of Organic Coatings for the Protection of Outdoor Bronze Sculpture from Air-Pollutant Enhanced Corrosion — Year (2001-09)

] 11.http://ncptt.nps.gov/blog/development-and-testing-of-organic-coatings-for-the-protection-of-outdoor-bronze-sculpture-from-air-pollutant-enhanced-corrosion-phase-2-2001-08/ Development and Testing of Organic Coatings for the Protection of Outdoor Bronze Sculpture from Air-Pollutant Enhanced Corrosion — Year 2 (2001-08)]

12.[http://ncptt.nps.gov/blog/development-and-testing-of-organic-coatings-for-the-preservation-of-outdoor-bronze-sculpture-from-air-pollutant-enhanced-corrosion-phase-3-2002-18/ Development and Testing of Organic Coatings for the Preservation of Outdoor Bronze Sculpture from Air-Pollutant Enhanced Corrosion – Year 3 (2002-18)]

13.[http://ncptt.nps.gov/blog/development-and-evaluation-of-removable-protective-coatings-on-

bronze-2004-28/ Development and Evaluation of Removable Protective Coatings on Bronze (2004-27)]

14.[http://ncptt.nps.gov/blog/research-into-protective-coating-systems-for-outdoor-bronze-sculpture-and-ornamentation-i-1997-03/ Research Into Protective Coating Systems for Outdoor Bronze Sculpture and Ornamentation Phase I (1997-03)]

15.[http://ncptt.nps.gov/blog/research-into-protective-coating-systems-for-outdoor-bronze-sculpture-and-ornamentation-ii-1999-23/ Research into Protective Coating Systems for Outdoor Bronze Sculpture and Ornamentation Phase II (1999-23)]

16.[http://ncptt.nps.gov/blog/research-into-protective-coating-systems-for-outdoor-bronze-sculpture-and-ornamentation-phase-3/ Research into Protective Coating Systems for Outdoor Bronze Sculpture and Ornamentation Phase III (2000-08)]

17.[http://www.icomon.org/file_download/49/Hoge+1995.pdf R.W. Hoge: Conservation Rules for Coins and Medals]

18.[http://www.npl.co.uk/upload/pdf/guide_to_conservation_of_metals_20071105124733.pdf A Framework for Conservation of metals]

19.[http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/objectscollectionsobjets/metal-metaux/recognizing-reconnaitre-index-eng.aspx Recognizing Metals and their Corrosion Products]

20.[http://biblio.ugent.be/input/download?func=downloadFile&fileOId=462178 Schotte, B. Adriaens, A. Treatments of Corroded Lead Artefacts - An Overview]

21.[http://www.mnhs.org/collections/archaeology/reports/ConsvArchaeologicalMaterialsCharacterization.pdf A Simple Guide for Archaeological Materials Characterization]

22.[http://art-con.ru/node/1761 Russian article on tannin-based treatment of "bronze disease" (in Russian - Try Google Translator, it is free)] nedostupno!

23.[http://ec.europa.eu/research/fp6/ssp/consist_en.htm CONSIST project]

24.[http://nautarch.tamu.edu/CRL/conservationmanual/ Hamilton, D. Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites]

25.[http://www.barnesjournal.org/?p=53 Native American Jewelry Conservation Project: Part 2] nedostupno!

26.[http://www.ambitalia.org.uk/Cultural_Heritage/Siano.pdf Siano, S. Laser Ablation in Conservation of Artworks]

27.**[http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/9-2-eng.aspx CCI Notes 9/2 Storage of Metals]**

28.**[http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/9-1-eng.aspx CCI Notes 9/1 Recognizing Active Corrosion]**

29.**[http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/9-4-eng.aspx CCI Notes 9/4 Basic Care of Coins and Medals]**

3**0.[http://www.elsevierdirect.com/brochures/shreir/PDF/Shreirs_PreservationOfMetallicCulturalHeritage.pdf Watkinson, D. Preservation of Metallic Cultural Heritage,2010.]**

31.**[http://www.wpi.edu/Images/CMS/MCSI/2006boissonnas.pdf Boissonnas, V. An introduction to the history of metals conservation]**

32-**[http://preservapedia.org/index.php?title=Metals_conservation Preservapedia - Metals conservation] nedostupno**

33.[http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic42-01-003_indx.html Grissom, C.A. The Conservation of American War Memorials Made of Zinc]

34.[http://www.nma.gov.au/shared/libraries/attachments/publications/metal_04_proceedings/section_4_composite_artefacts/files/7860/NMA_metals_s4_p04_stabilisation_aluminium_aircraft.pdf Bailey, G.T. Stabilization of wrecked and corroded aluminium aircraft]

35.**[http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/9-3-eng.aspx CCI Notes 9/3 The Cleaning, Polishing and Protective Waxing of Brass and Copper]**

36.**[http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/9-7-eng.aspx CCI Silver Care and Tarnish removal]**

37.**[http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/9-8-eng.aspx CCI Notes 9/8 Mechanical Removal of Rust fom Machined Ferrous Surfaces]**

38.**[http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/9-5-eng.aspx CCI Notes 9/5 Tannic Acid Treatment] 39.**

39.[http://www.pewtersociety.org/pewter/care-and-conservation/ Care and Conservation of Pewter]

40.**[http://www.rupertharris.com/final/sc_leads/examples/example3/example3.php Conservation of lead sculpture]**

41.**[http://nautarch.tamu.edu/CRL/conservationmanual/File14.htm**41. **Conservation of lead,tin and lead alloys]**

42.**[http://www.ccels.cf.ac.uk/archives/publications/2004/watkinsonpaper.pdf Watkinson, D. Conserving cultural material : Ethical challenges for the conservator]**

43.[http://ecpl-project.heritagemalta.org/publications/CURR_Metal_L7.pdf Minimum Common Standards Definition – Model Curricula Metals -EQF Level 7 - ECPL]

44.[http://www.lam-nancy.fr/historique/historique.html Laboratorie de archeologie des metaux, Nancy]

45.[http://tighar.org/Projects/Histpres/guide.html The TIGHAR Guide to Aviation Historic Preservation Terminology]

46. [http://www.kanut.ee/toimetised/konverentsid/ consasinvest/ hayha.rtf Hayha, H. THE HISTORY OF IRON PROTECTION. DESCRIPTION OF MATERIALS AND EVALUATION OF THEIR PROPERTIES]

47.[http://www.nrlc.gov.in/english/publications.htm National Research Laboratory for Conservation of Cultural Property, Lucknow, India-research papers, some good articles on metals conservation]

48. [http://www.williamstownart.org/techbulletins/ images/ WACC%20Care%20of%20bronze%20objects.pdf Care and Handling of Bronze Objects]

49.[http://www.nlr.nl/id~4576/lang~en.pdf Wanhill, R.J.H. Brittle archaeological silver- identification, restoration and conservation]

50.[http://www.doc.govt.nz/upload/documents/science-and-technical/ sap247entire.pdf Conservation of iron and steelwork in historic structures and machinery/ Maintenance handbook]

51.[http://www.philamuseum.org/booklets/7_41_71_1.html Finishing Techniques in Metalwork]

52.[http://www.conservation-wiki.com/index.php?title=Metals AIC Metals Conservation wiki]

53.**[http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/9-9-eng.aspx Care of Objects Made of Zinc]**

54.**[http://crm.cr.nps.gov/archive/17-4/17-4-2.pdf Aircraft Restoration Practice and Philosophy]**

55.**[http://www.iccrom.org/france-lanord-collection/ The France-Lanord collection]**

56.[http://www.ivcr.es/media/descargas/congreso-metales--madrid-2011-inma-traver-ivcr.pdf Funcionalidad vs conservacion en piezas de orfebreria...]

57.**[http://www.cr.nps.gov/museum/publications/conserveogram/04-16.pdf Creating a microclimate box for metal storage]**

58.**[http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/4-1-eng.aspx Identifying Archaeological Metal]**

59.[http://www.vam.ac.uk/content/articles/c/a-medieval-tabernacle-from-cologne/ Conservation Case Studies: A medieval tabernacle from Cologne]

60.[http://www.panna-project.eu/work-packages/wp-3/cleaning-of-a-tarnished-daguerreotype.html Cleaning treatment of a tarnished Daguerreotype by using the reducing afterglow of an atmospheric plasma]

61.[http://www.plasmaconservation.cz/ Plazmochemické procesy a technologie pro konzervaci kovových archeologických předmětů]

62.[http://doc.rero.ch/record/32811/files/Joseph_Edith-Protection_of_metal_artifacts_with_the_formation_of_metal-oxalates-20130812.pdf Protection of metal artifacts with the formation of metal–oxalates complexes by Beauveria bassiana]

63.[http://www.h-r-z.hr/en/index.php/djelatnosti/konzerviranje-restauriranje/metal/222-hrvatski-apoksiomen. The Croatian Apoxyomenos]

64.[http://ostmetal.info/serebryanyj-kratir-iz-novgoroda-otrestavriruyut-lazerom-eskizy-chekanki/ Серебряный кратир из Новгорода отреставрируют лазером]

65.[http://www.english-heritage.org.uk/publications/guidelines-storage-display-archaeological-metalwork/Storage_Display_Metalwork_2ndPP.pdf Guidelines for the Storage and Display of Archaeological Metalwork]

66.[http://nhig.org.uk/standards/conservation-principles/ NHIG Conservation Principles for Heritage Forged and Cast Ironwork]

67.[http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/46223.pdf An ABS Recycled Coating for Corrosion Protection and Conservation of Copper and Alloys of Cultural or Historic Value]

Download free knjige

1.[http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/metallography_microstructure.html Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals]

2. [http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf_publications/ancientmetals.html Ancient and Historic Metals-Conservation and Scientific Research]

3.[http://www.nps.gov/tps/how-to-preserve/preservedocs/Metals-Historic-Buildings.pdf Metals in America's Historic Buildings - Uses and Preservation Treatments]

4.[http://www.calameo.com/books/000075335c184bd7c7b68 Diaz Martinez, S.; Garcia Alonso, E. Tecnicas metodologicas aplicadas a la conservacion-restauracion del patrimonio metalico, Madrid 2011.]

5. **[http://en.calameo.com/books/0000753359bd8dee5e9c4 La técnica radiográafica en los metales históricos (English translation included), Madrid 2011.]**

6. **[http://www.denkmalpflege-forum.de/Download/Internet_Bronze_Galvanoplastik.pdf Mach, M.; Doktor, A.; Meissner, B. Bronze und Galvanoplastik-Geschichte-Materialanlyse- Restaurierung, Dresden 2001.]**

7.[http://art-con.ru/node/505 РЕСТАВРАЦИЯ МЕТАЛЛА. Методические рекомендации (1989)(in Russian – try Google translator –)]nedostupno

8.[http://www.calameo.com/books/0000753352eeaca9bdc50 El Relicario de santa Lucia:Restauracion,analisis y estudio Historico-artistico]

9.[http://media.nationalmuseum.ch/2015/Publikationen/ Erhaltung_von_Kulturguetern.pdf Katharina Schmidt-Ott Das Plasma in Der metAll Konservierung– mögliChKeiten unD grenzen]

10. [http://ler.letras.up.pt/site/ default.aspx? qry=id021id1391&sum=sim Ligas metálicas : Investigação e conservação]

11.[http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet? id=16490 Stambolov,T.;Bleck,R.D.;Eichelmann,N. Korrosion und Konservierung von Kunst und Kulturgut aus Metall/I(1987.)]

12.[http://www.db-thueringen.de/servlets/DerivateServlet/ Derivate-21218 Stambolov,T.;Bleck,R.D.;Eichelmann,N. Korrosion und Konservierung von Kunst und Kulturgut aus Metall/II(1988.)]

Download free dokumenti sa konferencija

1. **[http://www.iron-colloquium.abk-stuttgart.de/Documents/Tagungsband_session_1.pdf Archaeological Iron Conservation Colloquium 2010 Abstracts/1]**

2. **[http://www.iron-colloquium.abk-stuttgart.de/Documents/Tagungsband_session_2.pdf Archaeological Iron Conservation Colloquium 2010 Abstracts /2]**

3.[http://www.iron-colloquium.abk-stuttgart.de/Documents/Tagungsband_session_3.pdf Archaeological Iron Conservation Colloquium 2010 Abstracts /3]

4.[http://www.iron-colloquium.abk-stuttgart.de/Documents/Tagungsband_session_4.pdf Archaeological Iron Conservation Colloquium 2010 Abstracts/4]

5.[http://www.iron-colloquium.abk-stuttgart.de/Documents/Tagungsband_postersession.pdf Archaeological Iron Conservation Colloquium 2010 Abstracts/posters]

[http://www.bronze-colloquium.abk-stuttgart.de/docs/brochure-bcc-2012-04_06_12.pdf Bronze colloquium 2012. conference brochure]

7.[http://www.mast.br/pdf/anais_2_congresso_latino_americano_de_restauracao_de_metais.pdf Anais 2. Congresso Latino-americano de restauracao de metais, Rio de Janeiro 2005.]

8.[https://sede.educacion.gob.es/publiventa/detalle.action?cod=14301C IV Congreso Latinoamericano de Conservación y Restauración de Metal]

9.[http://www.awm.gov.au/events/conference/bigstuff/index.asp Big Stuff 2004. - conference papers]

10.**[http://nkf-dk.dk/uploads/nkf_dk/files/nkfincredibleindustry09.pdf Incredible Industry]**

11.**[http://tech.groups.yahoo.com/group/Metals-Conservation-Discussion-Group/message/377 METAL 2010. proceedings]**

12.**[http://www.nma.gov.au/about_us/publications/metal_04_conference_proceedings METAL 2004-proceedings of conference]**

13.**[http://www.icom-cc.org/54/document/extended-abstracts-enamel-2010/?id=909#.VWNW_o6TNRA Extended Abstracts ENAMEL 2010]**

14.**[http://www.icom-cc.org/54/document/4th-biennial-experts-meeting-on-enamel-on-metal-conservation-extended-abstracts/?id=1173#.VgZsClOTNRA 4th Biennial Experts' Meeting on Enamel on Metal Conservation,Barcelona 2012.]**

15.**[http://restauratoren.de/fileadmin/red/FG_Kunsthandwerk/Tagungsheft_Let_s_Putz_Silber_2014.pdf?PHPSESSID=19ae93382b493b83 Lets Putz Silber 2014.]**

16.**[https://foititikocafe.files.wordpress.com/2011/11/cf80cf81cf8cceb3cf81ceb1cebccebcceb1-cf80ceb5cf81ceb9ceb5cf87cf8ccebcceb5cebdceb1.pdf History,Technology and Conservation of Ancient Metals,Glasses and Enamels]**

Download free BA,MA i doktorske teze:

1.[http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/28738/TFM.pdf?sequence=1 Folgado Martins,M. La practica de la limpieza con laser en materiales metalicos - hierro, cobre, plata]

2.[http://bib.irb.hr/datoteka/479015.Katarina_Maruic-Doktorat.pdf Marušić, K. Protection of patinated bronze by non toxic inhibitors, thesis, Zagreb 2010.]

3.[http://gupea.ub.gu.se/handle/2077/14312 Strandberg, H. Perspectives on Bronze Sculpture Conservation. Modelling Copper and Bronze Corrosion, thesis]

4. [http://dare.uva.nl/document/86440 L.B. Brostoff: Coating Strategies for the Protection of Outdoor Bronze Art and Ornamentation (thesis)]

5.[http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/33/11/90/PDF/Limitos.pdf Regis Bertholon: La limite de la surface d origine des objet s metalliques archeologiques - doctoral thesis]

6.[http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2008/castillo_l/html/index-frames.html Castillo Narrea, L.E.J.A. Conservacion y Restauracion de algunos objetos arqueologicos: Arte, Tecnica y Metalurgia, Santiago de Chile 2008. - thesis]

7. [http://epubl.ltu.se/1402-1544/2006/02/LTU-DT-0602-SE.pdf Koh, Y.S. Laser Cleaning as a Conservation Technique for Corroded Metal Artifacts, doctoral thesis, Lulea 2006.]

8. **[http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCD_T_2009_0062_HOLLNER.pdf Hollner,S. Development de nouveaux traitements de protection a base d acide carboxylique...]**

9, **[http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/92523 Carrasco,G.L. Preservacao de artefatos ornamentais de ferro integrados a arqitetura...]**

10.**[http://dspace.lib.ntua.gr/handle/123456789/4105 Saleh,A.M.S. CONSERVATION METHODS OF IRON ARTIFACTS RECOVERED FROM THE MARINE ENVIRONMENT]**

11. **[http://orca.cf.ac.uk/54986/1/U585375.pdf Rimmer,M.B. Investigating the treatment of chloride-infested archaeological iron objects]**

12.[http://www.english-heritage.org.uk/content/imported-docs/p-t/thickettthesisfinalversion.pdf Thickett,D. Post Excavation Changes and Preventive Conservation of Archaeological Iron]

13.[https://biblio.ugent.be/input/record?func=publicRecord&recordOId=000470013&context=search A study of the electrolitic reduction of corroded lead object and the application,characterization and testing of a protective lead carboxylate coating/ doctoral thesis by Bart Schotte]

15. **[http://eprints.ucm.es/tesis/bba/ucm-t24997.pdf Cano Diaz,Emilio(2004)Efecto de los vapores de los acidos acetico y formico en la degradacion y patinado del cobre.Thesis PhD.]**

15. [http://eprints.ucm.es/tesis/19911996/H/1/AH1003301.pdf Alonso Cantalapiedra,Maria de la Paz(2001)Efectos de la contaminacion atmosferica en la esculturas de bronce:estudio de la patina.Thesis PhD.]

16. **[http://eprints.ucm.es/tesis/19911996/H/1/H1007101.pdf Valle y Diaz,Felix del(2001)La electroquimica y las poliamidas en la restauracion reversible y a fuego de la orfebreria esmaltada.Thesis PhD.]**

17.[http://193.175.110.9/hornemann/german/dipl_txt/Dipl_Kolmanitsch.pdf Kolmanitsch,G. Pflege und Massnahmen Konzept fuer Bronzen in Freien-Am Beispiel des Marc Anton Monuments,Wien -Secession(thesis)]

18. [http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2008/gonzalez_m/sources/gonzalez_m.pdf Casanova,M. G. Metales arqueologicos de la costa norte del Peru:Conservacion,Analisis y Restauracion]

19. [http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2004/rivera_j2/sources/rivera_j2.pdf Rivera Diaz, J. A. Restauracion Y Conservacion De Metales Arqueologicos Submarinos:Plata y bronce]

20. [http://nautarch.tamu.edu/Theses/pdf-files/Fox-MA1991.pdf Fox,G.L. Bronze Age Objects from Tel Nami,Israel:Their Conservation

and Implications for Ancient Metallurgy in the Eastern Mediterranean]

21.[http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/ETD-TAMU-3002/GUJARATHI-THESIS.pdf?sequence=1 Gujarathi ,K. Corrosion of Aluminium Alloy 2024 Belonging to The 1930s in Seawater Environment-thesis(2008.)]

22. [http://run.unl.pt/handle/10362/5121 Cardoso,M.O. Study of a 9th Century Silver Earrings Set from Mikulcice: Corrosion, Conservation and Maintenance,MA thesis,Lisbon 2010.]

23. [http://eprints.ucm.es/11439/ Chamon Fernandez,J.Arqueometria,Conservacion y Restauracion de los metales dorados medievales,doctoral thesis]

24. [http://www.cybertesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/ar-neyra_g/pdfAmont/ar-neyra_g.pdf Nunez,G.A.N.Tres casos de restauracion y conservacion de metales arqueologicos,thesis Santiago de Chile 2010.]

25.[http://hera.ugr.es/tesisugr/18481504.pdf Garcia,J.M. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE OBJetos arqueologicos de hierro]

26.[http://is.muni.cz/th/239300/prif_b/B_P_konzervace_sekyry.pdf Berankova,R. Konzervovane kovovehu artefaktu(železna sekyra)]

27.[https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/29390/1/

gupea_2077_29390_1.pdf Einarsdottir,S.S. Mass-conservation of Archaeological Iron Artefacts

28.[https://opus4.kobv.de/opus4-fhpotsdam/frontdoor/index/index/docId/144 Brueck,D. Ermittlung eines pigmentierten Beschichtungssystems zur Konservierung von historischen Stahlbauten bei Erhalt der Altbeschichtung– am Beispiel eines Dachtragwerkes in Hamburg]

29. [http://www.academia.edu/8540978/Lokale_behandeling_van_bronspest Pappot,A. Lokale behandeling van bronspest]

30. [http://discovery.ucl.ac.uk/1317947/1/307582.pdf The Evaluation of Corrosion Inhibitors for Application to Copper and Copper Alloy Archaeological Artefacts by R.Faltermeier]

31. [http://discovery.ucl.ac.uk/1318069/1/1318069_Vol1.pdf The Formation of Acetate Corrosion on Bronze Antiquities:Characterisation and Conservation by Alice Boccia Paterakis]

32. [https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/39642/1/gupea_2077_39642_1.pdf Desalination of Archaeological Composite Objects Consisting of Wrought Iron and Wood/Bone. With Focus on the Iron Component by Sigridur Thorgeirsdottir]

33.[http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/physics/research/condensedmatt/sims/formergroupmembers/jamescrawford/

masters_dissertation/ Crawford, J. "Case studies in the determination of the original surface limits of the ferrous armour of the Order of St John, Palace Armoury, Malta"]

34.[https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/109409/pienimaki_aleksi.pdf?sequence=1 Pienimäki;A. :Desalination of iron - A comparison of fresh, wet finds and dry, storaged ones.]

35.[http://orca.cf.ac.uk/55005/1/U585394.pdf Lewis,M. The Influence of Atmospheric Moisture on the Corrosion of Chloride-Contaminated Wrought Iron]

36.[http://wrap.warwick.ac.uk/69998/1/WRAP_THESIS_Grayburn_2015.pdf Grayburn,R.A. Spectroelectrochemical techniques for the conservation of metallic artefacts]

37.[http://doc.rero.ch/record/277848/files/2014_MA-CROSTH-FontaineCelia_TraitElectrolPlombEtain-PLECO.pdf Fontaine,C. Traitement electrolytique localise des produits de corrosion du plomb et des alliages du plomb-etain] 38.[https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/20580/1/Carla%20Soto%20Quintana_Thesis%20Final.pdf Development and optimisation of protocols for surface cleaning of Cultural Heritage metals thesis by C. L. Soto Quintana] 39.[https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/107203/3/Laura%20Rosetti_TESI.pdf Rosetti,L. IN SITU NON DESTRUCTIVE

MONITORING TECHNIQUES AND PROTECTIVE COATINGS FOR COPPER ALLOYS ARTEFACTS OF CULTURAL HERITAGE]

40.https://air.unimi.it/retrieve/handle/2434/167823/164991/phd_unimi_R08426.pdf Brambilla,L. MULTIANALYTICAL APPROACH FOR THE STUDY OF BRONZE AND GILDED BRONZE ARTEFACTS]

41.[https://bdtd.ufs.br/bitstream/tede/3015/2/MARA_LUCIA_CARRETT_VASCONCELOS.pdf Carrett d e Vascvoncelos,M.L. Artefatos em ferro de origem terrestre: um estudo de caso sobre a interface entre pesquisa arqueológica e conservação no sítio Charqueada Santa] 42.[https://core.ac.uk/download/pdf/29141650.pdf Golfomitsou,S. SYNERGISTIC EFFECTS OF ADDITIVES TO BENZOTRIAZOLE SOLUTIONS APPLIED AS CORROSION INHIBITORS TO ARCHAEOLOGICAL COPPER AND COPPER ALLOY ARTEFACTs]

43.[http://doc.rero.ch/record/277822/files/2008_CRAE_SangouardElsa_MarineWoodArtifacts.pdf Sangouard,E.Testing corrosion inhibitors for the treatment of marine iron/waterlogged wood composite artifacts in polyethylene glycol solutions] 44.[https://biblio.ugent.be/publication/4147715/file/4336742.pdf Elia,A. Application of electrochemical methods for the study and protection of heritage copper alloys]

45.[https://tel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/721176/filename/Kergourlay_2012_these.pdf Kergourlay,F. Étude des mécanismes dedéchloruration d'objets archéologiques ferreux corrodés en milieu marin]

46.[http://doc.rero.ch/record/306411/files/2017_MA-CRAE_Liengme-Ga_lle-Freilegung_arch_ologischer_Eisenfunde_mittels.pdf Liengme,G. Freilegung archaeologischer Eisenfunde mittels selektiver Hochspannungfragmentierung]

47.[https://is.muni.cz/th/cjy8i/?lang=en;id=211985 Karla Frajerová „Problematika dodržování restaurátorského kodexu při konzervování-restaurování uměleckořemeslných děl z kovů“]

48.[https://is.muni.cz/th/px0r2/?lang=en;id=211985 Patrick Barta - Průzkum a konzervace železného meče s fixací korozních produktů a organických fragmentů]

49.[https://is.muni.cz/th/ivy4r/?lang=en;id=211985 Karel Rapouch Úprava povrchu letadla MIG-19S pro možnosti konzervace siloxany]

50.[https://drum.lib.umd.edu/handle/1903/17239 Marquardt, A.E. Novel protective coatings for silver and copper alloy cultural heritage objects using atomic layer deposited metal oxide barrier films]

51.[https://repozitorij.umas.unist.hr/islandora/object/umas%3A97/datastream/PDF/view Anja Mihotović Konzervacija i restauracija

antičkog kovanog novca s lokaliteta Ivandvor i park kraljice Katarine Kosače]

52.[https://www.hornemann-institut.de/german/dipl_txt/ 2016_BA_Hahmann.pdf Hahmann,L. Minuten-Rädersonnenuhr aus dem Mathematisch-Physikalischen Salon:Untersuchungen zu schwarzen Verfärbungen auf Vergoldungen- deren Entstehung und Behandlung]

53.{{Enlace roto|1=[http://www.scriptiesonline.uba.uva.nl/document/ 478518 van der Molen,R. Droogijsstralen, Dé Reinigingstechniek Voor Metalen?] |2=http://www.scriptiesonline.uba.uva.nl/ document/ 478518 |bot=InternetArchiveBot }}

54.[http://www.scriptiesonline.uba.uva.nl/document/519142 van Santen,H. The Cleaning of Sterling Silver with Acidified Thiourea Cleaning Solutions: Solution Recipe Optimization]

55.**http://dspace.unive.it/handle/10579/3439 ORMOCER®s as protective coating materials for outdoor bronze objects: evaluation after 17 years of natural exposure by Mazzon C./2013.**

56.https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/D82F95B3 New Materials for the Coating of Outdoor Bronze ,thesis by Erik Sandell

57.https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/D8DV32P9 CONCRETE HERITAGE CONSERVATION AND THE VIABILITY OF MIGRATING CORROSION INHIBITORS ,thesis by Gilda Gross

58.https://biblio.ugent.be/publication/4147715/file/4336742.pdf Application of electrochemical methods for the study and protection of heritage copper alloys ,doctoral thesis by A.Elia

59.http://orca.cf.ac.uk/84439/ Heritage wrought iron: towards the development of evidence based standards for coating , Ph D thesis by Nicola J. Emmerson

60-http://doc.rero.ch/record/322673 Fungal biogenic patina: optimization of an innovative conservation treatment for copper- based artefacts,PhD thesis by Monica Albini

61.https://sonar.rero.ch/hesso/documents/313399 Blued steel sheets : history, manufacturing and conservation. Thesis by Alexandra Lefebvre

VIDEO ZAPISI VEZANI ZA KONZERVACIJU METALA

1.Conserving Bronze: The Lamp with Erotes from Vani http://www.youtube.com/watch?v=WSLad3lN6Jc

2.Caring for Metals - Housekeeping for Historic Site s http://www.youtube.com/watch?v=DsAesOUFbVk

3.USS Monitor Engine Removed from Wate r http://www.youtube.com/watch?v=M_8b_gWuOYk

Laser Cleaning of Bronze Eagle in Oak Park 4.http://www.youtube.com/watch?v=HrrQZ8LKb50

Re-Constructing Silver Objects from the Staffordshire Hoard 5.**http://conservationoccasional.wordpress.com/2011/08/02/re-constructing-silver-objects-from-the-staffordshire-hoard/**

6.Erik Risser Describes the Conservation of the Apollo Saettante at the Getty Villa http:// www.youtube.com/watch?v=E97Ez4lCBYc&feature=related

7.CoinScubber - Cleaning Ancient Coins http://www.youtube.com/watch?v=QqKB8a1aDL8&feature=related

8.Cleaning an Outdoor Sculpture Part I http://www.youtube.com/watch?v=qTwec_V8M_g

9.Parlament Wien, Quadriga, Restaurierung, Bronze http://www.youtube.com/watch? v=2gQm3ehDQXE&feature=related

10.Dorure au mercure

http://www.youtube.com/watch?v=ES_NKoVW7Vo&feature=related

11. Repatination of a Bronze WWIIMemorial Plaque http://www.youtube.com/watch?v=R5ULKIRvZME

12.how to care for bronze sculptures

http://www.youtube.com/watch?

v=mwDvdZU6QCw&feature=related

13.Restoring an Artifact at the SCCRRMM

http://www.youtube.com/watch?

v=rfMkRtS1Qbs&feature=results_video&playnext=1&list=PLF7F1

7C 15DD4E20F3

14.Clemson Conservation Center: H.L. Hunley submarine - Part 1/3

http://www.youtube.com/watch?v=vNpsQBH-YM0

15.Iron Fence Repair - Cemetery Monument Conservatio

n http://www.youtube.com/watch?v=6fAacWpM8XQ

16.Metallrestaurator.avi http://www.youtube.com/watch?

v=oZCpBOlWMFA

17.Apoxyomenos de Croacia 5

http://www.youtube.com/watch?v=JOLY86TPYG0&feature=related

18.**Bronze age fibula http://**

www.youtube.com/watch?v=5wjlhjTim0Q&feature=related

PREPORUČENI SOFTWARE:

1.Modular Cleaning Program, autor Chris Stavroudis, namijenjen prije svega čišćenju slika po sustavu R.Wolbersa, neke se otopine mogu koristiti i za čišćenje obojenih metalnih predmeta ,besplatan za profesionalne konzervatora ,link u sklopu Conservation OnLine website-a(http://cool.conservation-us.org/byauth/stavroudis/mcp/)

2.Ekspertni program za čišćenje arheoloških predmeta od željeza ,u DOS-u, autorica Lida Liberopoulou (http://radio.weblogs.com/0101842/stories/2003/06/01/theUseOfExpertSystemsInConservation.html)

3.Besplatni američki program za restauratorsku dokumentaciju http://conservationdatasystems.com/default.htm)

4.ACORN besplatni američki web bazirani program za vođenje restauratorske dokumentacije(http://library.harvard.edu/preservation/acorn)

Bilo koji besplatni software upotrebljiv u konzervaciji, posebno open source:

Open Office Suite, LibreOffice,Abi Word(za dokumentaciju)

Gimp ,Gimpshop, Vips,ImageJ,(obrada fotografija i grafike)

Scribus(obrada teksta za tisak,izrada poster prezentacija)

Minos,Qcad(3D CAD),

pic,Merge(preklapanje 2 slike)

Rasterbator, Posterizza(ispis velikih formata na A4 štampaču)

Slackware,Gentoo, Debian ,Ubuntu,Fedora,Open Suse,Knoppix,Damn Small Linux,Puppy Linux (besplatni operativni sustavi)

ADRESE NABAVLJAČA:

Trgovina Juriček, Gornjostupnička 27,10 255 Stupnik,tel.01 65 88 779

www.juricek.hr

-kemikalije, pH papiri,restauratorski materijal i pribor

Hospitalija , Amruševa 6,Zagreb

-kemikalije,pH papiri

SITO MAS, Donje svetice 40,Zagreb,www.sito-mas.hr

kompletan zlatarski i srebrnarski alat,mikropjeskarnici, zlato , srebro, drago kamenje

A.M.I. Commerce, Tratinska 19,Zagreb,tel.01/30 94 466

-posebne slitine i topitelji za lemljenje cinka, kositra, aluminija, bakra ,čelika

Anton Kambič,8333 Semič, Slovenija

-uređaji za mikropjeskarenje, uređaj za sulfitno odsoljavanje

Crescat

www.crescat.hr,tel.01/56 02 497,Nova Ves 8,Zagreb

-materijal i pribor za restauratore,pH papiri

Krom studio d.o.o ,www.kromstudio.hr/,specijalna boja za imitiranje kromiranja,toneri,posebna crna boja za podlogu,posebni bezbojni lak

IZJAVA AUTORA:

AUTOR SE NE SMATRA ODGOVORNIM ZA ŠTETU NASTALU POGREŠNOM ILI NESTRUČNOM PRIMJENOM BILO KOJE OD NAVEDENIH METODA RADA-AKO SE ODLUČITE KORISTITI NEKI OD POSTUPAKA TO ČINITE NA VLASTITU ODGOVORNOST! TEKST PRIKAZUJE SAMO RAZINU INTERVENCIJE,RAZINE DOKUMENTIRANJA,ISTRAŽIVANJA TE PROMIŠLJANJA O POTREBI I POSLJEDICAMA ZAHVATA PODRAZUMIJEVAJU SE KAO BITNI PREDUVJETI ZA KVALITETAN RAD(OVERAZINE NADALJE PREDPOSTAVLJAJU POZNAVANJE OSNOVNIH TEHNIKA UMJETNIČKE OBRADE METALA,TE POZNAVANJE BAREM OSNOVA POVIJESTI UMJETNOSTI ,ARHEOLOGIJE I KOROZIONIH PROCESA)! UKOLIKO NEKU OD METODA NISTE NIKADA KORISTILI NAJBOLJE JE DA PRIMJENU ISTE PRVO ISPROBATE NA UMJETNO KORODIRANIM UZORCIMA ILI OTPADNOM MATERIJALU. OVAJ TEKST SASTAVLJEN JE U NAJBOLJOJ NAMJERI ,TE JE POSTAVLJEN NA WEB U SVRHU POTPUNO BESPLATNOG KORIŠTENJA. BILO KAKVO NEOVLAŠTENO KORIŠTENJE OVOG TEKSTA U KOMERCIJALNE ILI BILO KOJE DRUGE SVRHE ZABRANJENO JE I KAŽNJIVO .

DODATAK I
KRATKI POJMOVNIK TEHNIKA UMJETNIČKE OBRADE METALA

TEMELJNE TEHNIKE OBRADE

. PILJENJE – izvodi se ručnom ili električnom pilom

. REZANJE – izvodi se škarama za lim

. SIJEČENJE – izvodi se pomoću oštrog dlijeta koje udaramo čekićem

. SAVIJANJE – izvodi se različitim kliještima (kod debljeg materijala čekićem na odgovarajućoj podlozi)

. BUŠENJE – izvodi se različitim svrdlima

. TURPIJANJE – izvodi se turpijama različitih finoća i oblika te rotacionim alatima

. BRUŠENJE – izvodi se brusnim papirima ili brusnim kamenjem različitih finoća, ručno ili strojno

. POLIRANJE – izvodi se strojno ili ručno – pomoću komada krpe, kože ili filca te odgovarajućeg abrazivnog sredstva

TEHNIKE SPAJANJA

. MEKO LEMLJENJE – tehnika spajanja pomoću metalne slitine koja ima niže talište od metala koji spajamo – na mjestu spajanja lem se rastopi, te po hlađenju čvrsto veže lemljene dijelove. Slitine za meko lemljenje tope se na temperaturi od 60-400°C. Najčešće se za meko lemljenje koristi slitina kositra i olova.

. TVRDO LEMLJENJE – tehnika identična gore navedenoj, s tim da se radi na temperaturi višoj od 400°C. Razlikujemo tvrde lemove za srebro, bakar i njegove slitine, zlato, platinu, aluminij te čelik.

. REAKTIVNO LEMLJENJE – koristi se isključivo u tehnici granulacije; radi se o mješavini bakrenih soli i organskih veziva. Pri

zagrijavanju se na površini lemljenih dijelova stvara slitina nešto nižeg tališta od metala koje spajamo (srebro, zlato, platina).

LJEPLJENJE – koriste se različita ljepila, danas najčešće epoksidna ili cijanoakrilatna.

. MEHANIČKO SPAJANJE – koriste se vijci, zakovice i klinovi te rubljenje.

. ZAVARIVANJE – za razliku od lemljenja, kod zavarivanja spoj nastaje rastapanjem samog metala koji spajamo. Razlikujemo elektrolučno zavarivanje, zavarivanje plinskim plamenikom, te zavarivanje pomoću laserske zrake.

DODATNE TEHNIKE OBRADE

. ISKUCAVANJE – izvodi se posebno oblikovanim dlijetima (tzv. punce) koja udaramo čekićem te tako na metalu koji obrađujemo dobijemo reljefne ili udubljene ukrase.

. CIZELIRANJE – koristimo dlijeta identična onim za iskucavanje, tehnika se koristi ili kao samostalna ili za doradu iskucanih te lijevanih predmeta.

. PODIZANJE VISOKE FORME – tehnika se koristi za izradu zdjela, vrčeva, čaša i vaza. Na posebno oblikovanim nakovnjima radimo uz pomoć odgovarajuće oblikovanih čekića.Može se izvoditi i strojno,tada govorimo o tkz.”drukanju”,metalni lim pričvršćen na rotirajuću osovinu pritišćemo pomoću posebno oblikovanih poluga na drveni ili metalni pozitivni kalup (koji također rotira u istoj osi).

. KOVANJE – razlikujemo 2 osnovne tehnike: kovanje užarenog metala koje se primjenjuje praktično isključivo na željezo, te kovanje na hladno. Prva tehnika zahtijeva poseban alat, dok druga može koristiti i alat za podizanje visoke forme.

. LIJEVANJE – rastopljeni metal ulijevamo u različite kalupe, najčešće od kamena, gline, posebnog gipsa ili pijeska te metala.

TEHNIKE UKRAŠAVANJA POVRŠINE

GRAVIRANJE – posebno oblikovanim dlijetima urezujemo željeni ukras u metal.
. NAGRIZANJE – željeni ukras ne dobivamo urezivanjem kao kod graviranja, već nagrizanjem pomoću kisele ili lužnate otopine.
. POZLATA I POSREBRENJE – metalni predmeti mogu se u principu pozlatiti ili posrebriti na 3 osnovna načina: 1. metalnim listićima (ili prahom) koje posebnim ljepilom (mikstion) vežemo za podlogu; ovaj način koristi se prije svega za skulpture većeg formata; 2. pozlatom u vatri, tkz. živina pozlata ili posrebrenje, radi se pomoću slitine žive i zlata (amalgam) koju nanesemo na metal koji potom zagrijemo, pri čemu živa ispari, a sloj zlata ostane vezan za podlogu. Ovaj sloj uglačamo do visokog sjaja te je postupak time gotov. Zbog visoke otrovnosti žive ovaj se postupak danas izvodi vrlo rijetko; 3.
Elektrolitska pozlata ili posrebrenje. Ovaj postupak potpuno je istisnuo prethodni(od 1840.). Osim pozlate i posrebrenja elektrolitskim putem možemo predmete i pobakriti, pocinčati ,poniklati, pokositriti i kromirati (nabrojani su samo postupci koje možemo češće sresti!).
FILIGRAN – ova tehnika kao izražajno sredstvo koristi isključivo žicu i metalna zrnca.U pravilu se radi u srebru ili zlatu.
EMAJLIRANJE – tehnika u kojoj metalnu površinu prevlačimo staklenom taljevinom. Kao osnovne tehnike možemo navesti ćelijasti emajl, emajl udubljenih polja, te slikani emajl.Izvodi se na zlatu,srebru ,bakru i njegovim slitinama te željezu i čeliku.
NIJELIRANJE – tehnika slična emajliranju; metal prevlačimo smjesom metalnih sulfida crne boje .Izvodi se većinom na zlatu i srebru .

GRANULACIJA – tehnika koja kao izražajno sredstvo koristi sitna metalna zrna,ista se spajaju na podlogu posebnom tehnikom tvrdog lemljenja.Izvodi se u zlatu ili srebru.
TAUŠIRANJE – tehnika koja koristi umetke od metala različitih boja, najčešće je nalazimo na oružju.
DAMASCIRANJE – tehnika u kojoj se pletenjem spaja više šipki od željeza i čelika, dobiven svežanj se zatim kovanjem oblikuje u trake na kojima se potom iskucavanjem ili punciranjem stvaraju određeni uzorci. Tako obrađeni materijal zatim se oblikuje u mačeve, noževe ili puščane cijevi, patinira otopinom koja oboji željezo, a čelik ne, te tako stvoreni uzorak postaje vidljiv. Pod damasciranim čelikom podrazumijeva se i jedna vrsta u loncima taljenog čelika(Wootz).Kao vrlo slična tehnika može se spomenuti japanska mokume tehnika, no umjesto šipki ovdje se koriste limovi od različito obojenih metala (bakar, srebro, mjed, zlato, shibuichi,shakudo).
KEMIJSKO BOJENJE – određenim kemikalijama mijenjamo boju površine metala.
ELEKTROKEMIJSKO BOJENJE za razliku od kemijskog ubrzano i modificirano elektrokemijskim postupcima odnosno katodnom i anodnom polarizcijom
TERMIČKO BOJENJE – u ovom slučaju boje nastaju zagrijavanjem predmeta na određenu temperaturu; najčešće se primjenjuje na bakar i njegove slitine, željezo i čelik te titanij.
KOMBINIRANJE METALA S DRUGIM MATERIJALIMA – metale prije svega kombiniramo s dragim i poludragim kamenjem, drvom, bjelokošću, jantarom,sedefom, kornjačevinom, koraljima, biserjem,kožom ,gumom, te tkaninama ,staklom i plastičnim masama.

NEKOLIKO NOVIJIH TEHNIKA

GALVANOPLASTIKA – postupak koji se koristi od 1838. godine. Elektrolitskim putem kalup od nekog nevodiča posebnim postupkom učinimo vodljivim(pomoću grafita,metalnog praha,kemijskim postupcima),te ga prevučemo debelim slojem metala (najčešće bakra).U 19. st. korištena za izradu kopija metalnih predmeta,u drugoj polovini 20. st. počinje se koristiti za izradu umjetničkog nakita.

FOTONAGRIZANJE – postupak se koristi negdje od kraja 60-ih godina

prošlog stoljeća.
RETIKULACIJA – tehnika se koristi od druge polovine 19. stoljeća. Koristi se za stvaranje reljefnih,apstraktno strukturiranih površina. Izvodi se isključivo u zlatu ili srebru.
ANODIČKA OKSIDACIJA-prije svega se primjenjuje na aluminij, titanij i niobij. Kod aluminija se dobiveni sloj može i obojiti. U slučaju titanija i niobija boje nastaju za vrijeme oksidacije (interferencijske boje).U većem se opsegu koristi od otprilike 1970. godine
METALNA GLINA- u prodaji od 1995(U Japanu 1992.).Obrađuje se kao svaka glina za modeliranje,po sušenju i pečenju može se emajlirati i patinirati te pozlatiti.Postoji srebrna, zlatna ,te bakrena ,brončana i čelična metalna glina.
TRODIMENZIONALNI ISPIS - izumljen 1983.,komercijalna uporaba od 2007.U metalu se može koristiti ili indirektno za izradu kalupa voštanih modela za ljev ili za direktan ispis u metalu.
OBLIKOVANJE PRESAVIJANJEM postupak osmislio engleski zlatar C.Lewton Brain krajem 1980-tih.

DODATAK II:

OSNOVE KEMIJSKOG BOJENJA METALA

Temeljne odrednice:
Kao i kod nanošenja metalnih prevlaka i kod bojenja metala najvažnije je da su predmeti temeljito očišćeni od masnoće i oksida,te drugih nečistoća.Masnoće najlakše uklonimo pomoću nekog otapala -benzina,acetona ili alkohola.Oksid sa željeza,srebra,te bakra i njegovih slitina uklanjamo sa 10% sumpornom kiselinom,kod cinka koristimo 5% otopinu,za kositar koristimo 5% otopinu klorovodične kiseline,za aluminij koristimo 20 %vodenu otopinu NaOH.Metal prvo čistimo od oksida,dobro ga isperemo te uklonimo I najmanje tragove masnoće.Tek tada ga možemo bojiti.

Crna za srebro
-predmete uronimo u 2,5% otopinu kalijevog ili natrijevog sulfida,po pojavi boje dobro isprati,te zaštiti voštenjem ili lakiranjem

Zelena za bakar i slitine
-predmete premazujemo otopinom od 250 gr amonijevog karbonata/ 250 gr amonijevog klorida/1 lit vode,svaki sloj neka odstoji 24 sata,po postizanju željenog tona voštiti ili lakirati,kao podlogu možemo koristiti crnu boju .Ako smanjimo količinu klorida boja će biti više plavičasto zelena,ako smanjimo karbonat više žuto zelena

Crna za bakar
- otopina kalijevog ili natrijevog polisulfida(2,5%),po postizanju boje isprati,osušiti te voštiti ili lakirati

Smeđa za bakar
-predmete kuhati u barem 3 dana odstajaloj 12 % otopini bakar sulfata,po postizanju boje isprati,osušiti i voštiti

Crna za željezo
-predmete vrlo tanko premažemo sa lanenim uljem,zatim ih postupno ugrijemo na 300-400 C,po potrebi ponovimo,ovaj se postupak može koristit na svakom metalu koji se može zagrijati na spomenutu temperaturu

Smeđa za željezo
-koristimo 5% vodenu otopinu željeznog klorida.Predmet premažemo sa otopinom ,nakon 24 sata istrljamo sa grubom krpom ili najfinijom čeličnom vunom,postupak ponovimo bar 3 puta,na kraju istrljati masnom krpom

Siva za kositar

-koristimo 20%vodenu otopinu željeznog(III)klorida,uroniti predmete,po pojavi boje isprati,osušiti ,te voštiti ili lakirati

Sivocrna za cink

-koristimo 20% vodenu otopinu željezo(III) klorida,predmete uronimo na 20 minuta,po pojavi boje isprati,osušiti,voštiti ili lakirati

Crna za aluminij

-koristimo vrijuću otopinu od 20 g amonijevog molibdata i 5 g natrij tiosulfata u litri vode

,uroniti predmete,po pojavi boje isprati,osušiti,voštiti ili lakirati

Višebojna patina

koristimo otopinu od 280 gr natrijeva tiosulfata,25 gr bakar acetata i 30 grama limunske kiseline.Može se koristiti na bakru i njegovim slitinama ,srebru,niklu,željezu,zlatu-boja ovisi o trajanju uronjavanja,slijed boja na npr. mjedi:zlatno žuta-boja bakra- ljubičasta-tamno plava-svijetlo plava-boja kroma-boja nikla- crvenosiva,na željezu samo plava i sivocrna

KORIŠTENA LITERATURA:

1.D.Fishlock:Metal Colouring,Teddington 1962.
2.G.Buchner:Metallfaerbung,Berlin 1935.
3.V.Liozin:Kemijsko bojenje kovina,Beograd 1948.
4.R.Hughes,M.Rowe:The Colouring,Bronzing and Patination of Metals,London 1991.
5.O.P.Kramer:Metallfaerbung und Metallueberzuege ohne Stromquelle,Saulgau 1977.

DODATAK III

ČIŠĆENJE, ZAŠTITA I ODRŽAVANJE PONIKLANIH PREDMETA

OSNOVNE OSOBINE NIKLA

Nikl je metal srebrno bijele boje,vrlo blago izraženog žutog tona.Topi se na 1452 C a specifična mu je težina 8,90 gr/cm3.Tvrdoća po Brinell-u 80-90.Slabo je magnetičan.U svojim spojevima većinom je dvovalentan.Otporan je na djelovanje alkalnih otopina(s izuzetkom srednje i jako koncentriranih amonijakalnih otopina) te
u određenoj mjeri i na sumpornu i solnu kiselinu-obje ove kiseline ga otapaju sporo dok ga dušična kiselina brzo rastapa.Na oksidaciju je otporan do temperature od oko 800 C.

KRATKA POVIJEST PRIMJENE

Prva galvanska niklena prevlaka dobivena je 1838.Prvi patent za niklene je prevlake objavljen 1840. Treba naglasiti da industrijska primjena počinje tek 1869. (Adams).Negdje do pred prvi svjetski rat niklene su se prevlake morale mehanički polirati,a potom su razvijene prve otopine za sjajno niklanje(1912.,no šira upotreba tek nakon 1930.).Osim za dobivanje tanjih prevlaka koristi ga se i za galvanoplastiku.Pred prvi svjetski rat razvijen je i postupak crnog niklanja.Danas veliku važnost ima i reduktivno niklanje(nakon 2. svijetskog rata).

Od slitina u kojima nikl preteže izdvojiti ćemo Monel(R) metal (67 Ni/28 Cu+Fe,Mn,Si),Inconel(R) slitine (npr.80 Ni/14 Cr/6 Fe) i Hastelloy(R) slitine (npr. 66,7 Ni/5 Fe/28 Mo/O,3 V),te nikrom slitinu (80 Ni/20 Cr)- radi se o slitinama velike otpornosti na koroziju ,sa većinom tehničkom primjenom.Što se tiče slitina sa manjim postotkom nikla treba izdvojiti novo srebro(npr. 60 Cu/20 Ni/20 Zn,proizvodi se od 1821.,Kinezi su slitine tog tipa poznavali znatno prije Evropljana,sam nikl koristili su i prije nove ere) i nehrđajuće čelike,te konstantan(slitina sa bakrom, koristi se za izradu otpornika) i neke vrste bijelog zlata.

KOROZIJA NIKLENIH PREVLAKA

Kao i kod kromnih prevlaka i ovdje se najčešće radi o koroziji osnovnog metala,tj. podloge na koju je nanesen sloj nikla.Nikl je u normalnoj nezagađenoj atmosferi ,te riječnoj i morskoj vodi stabilan.Pri povišenoj vlažnosti i zagađenosti zraka prevlači se

slojem zelenkastih korozionih produkata.Osjetljiv je na prisutnost sumpor1
i njegovih spojeva(no u znatno manjoj mjeri od srebra ili bakra).Otopine soli sastavni dijelovi kojih mogu reagirati sa niklom izazivaju intenzivnu koroziju(željezo,bakar i živin klorid,srebro nitrat,natrijev hipoklorit,itd.).Otporan je na kiseline koje ne oksidiraju(solna,sumporna,fosforna) i alkalne otopine,s izuzetkom srednje i jako koncenriranih amonijakalnih otopina.

OSNOVNE METODE ČIŠĆENJA:

MEHANIČKO ČIŠĆENJE

Mehaničko čišćenje poniklanih predmeta dolazi u obzir samo kod debljih i dobro očuvanih prevlaka- kod tankih,oštećenih prevlaka bolje ga je izbjegavati,kako ne bi došlo do oštećenja ili potpunog uklanjanja spomenutih.

KEMIJSKO ČIŠĆENJE

Kemijsko uklanjanje tanjih korozionih slojeva jedna je od metoda najčešće citiranih u starijoj literaturi (2% H_2SO_4 u alkoholu,ili 1% H_2SO_4/1% HNO_3/ostalo alkohol).Otopine koje sadrže dušičnu kiselinu ili čisti amonijev hidroksid u principu radije ne koristimo za rad na poniklanim predmetima.Kod rada na predmetima od poniklanog željeza ili čelika nakon kemijskog čišćenja obavezno neutralizirati ostatke korištene otopine.

ELEKTROKEMIJSKO ČIŠĆENJE

Kod elektrokemijskog čišćenja preporučuju se (barem u galvanotehničkoj literaturi) otopine koje se koriste za čišćenje željeza,spomenimo samo 2-5% NaOH kao najjednostavniju varijantu.Samo za dobro očuvane prevlake,kod loših i oštećenih prevlaka moglo bi doći do potpunog uklanjanja iste.

ULTRAZVUČNO ČIŠĆENJE

Eventualno bi ga se moglo primijeniti samo na dobro očuvane,deblje prevlake- naglašavam eventualno jer se ova vrsta čišćenja u principu nerado primjenjuje u konzervaciji metalnih predmeta.

OBRADA PREDMETA SA OŠTEĆENOM PREVLAKOM

U obnavljanje se upuštamo samo nakon dobrog promišljanja o potrebi i posljedicama istog,nanošenje nove prevlake u principu zahtijeva potpuno uklanjanje stare,znatno bolju opciju predstavljaju nove ,zasad vrlo skupe boje za imitaciju kromiranih

prevlaka(američka Alsa Mirrachrome-1 lit. oko 5000 kn, talijanska

SuppaChrome),te aluminijski ili kositreni listići ili prah.Eventualno možemo koristiti i niklanje uronjavanjem ili utrljavanjem,ovisno o stanju,te nosiocu prevlake.Mogao bi se koristiti i proizvod Bare metal foil koji koriste modelari.

ČUVANJE I ZAŠTITA

Predmete čuvati u prostoru u kojem relativna vlažnost zraka ne prelazi 40 % (idealno),za predmete kod kojih je metal kombiniran sa organskim materijalom najmanje 45 %! Temperatura 15-18 C.Jačina rasvjete najviše 150 lx,kod predmeta gdje je metal kombiniran sa materijalom osjetljivim na svijetlo 50 lx.Predmete štiti od prašine,UV zračenja i zagađenog zraka!Sa predmetima obavezno rukovati u bijelim pamučnim ili polietilenskim rukavicama!

RECEPTURE ZA RAD:

ČIŠĆENJE

ČIŠĆENJE MJEŠAVINOM SUMPORNE KISELINE I ALKOHOLA

1 lit. čistog alkohola
20 ml koncentrirane sumporne kiseline

Uroniti predmete na najviše 15 sekundi,dobro isprati,prvo vodom a onda mješavinom vode i alkohola 1/1!Uklanja isključivo svijetlo žute i smeđe korozione slojeve.Postoji i varijanta u kojoj se koristi mješavina 10 ml dušične / 10 ml sumporne kiseline/ 1 lit čistog alkohola.
***Lit.5**

ELEKTROLITSKO ČIŠĆENJE

20-50 gr natrijevog hidroksida
1 lit. vode
anode od nehrđajućeg čelika,napon do 12 v,jakost struje od 0.5a/dm2 na više.
Predmete spojiti na minus pol ispravljača,te ih uroniti u otopinu u koju su već uronjene anode.Nakon 2,3 minute izlaganja izvaditi predmet,dobro ga isprati pa po potrebi ponoviti.U principu bolje ga je ne koristiti za rad na poniklanim predmetima.Kako se pri radu razvija vodik nikako ne raditi kod otvorenog plamena ili izvora iskrenja,u suprotnom može doći do eksplozije!Koristiti zaštitne rukavice,izbjegavati dodir sa otopinom!
***Lit.2**

ČIŠĆENJE POMOĆU ULJA I AMONIJEVOG HIDROKSIDA

Predmete potopiti(ili ih premazati) u petrolej na barem 3 dana(ili parafinsko ulje ,ili neko od jestivih biljnih ulja),zatim ih prebrisati razrijeđenom otopinom amonijeva hidroksida ili 20% natrijeve lužine.Umjesto posljednjih možemo koristiti i želiranu 5% otopinu amonijevog citrata(pH 3,5-za želiranje dodati celuloznog ljepila za tapete,ili želatinu,ili agar-agar ili kukuruzni škrob).Prije svega za hrđom prevučene poniklane predmete!Dobro isprati,najbolje uz prethodnu neutralizaciju sa 5% otopinom sode ili sode bikarbone!
***Lit.5**

ČIŠĆENJE POMOĆU OTOPINE NATRIJEVA GLUKONATA

47,5 % natrijeva
glukonata 47,5 %
limunske kiseline 4,9 %
vinske kiseline
0,1 % umreživača

Prirediti 1-10 % vodenu otopinu,koristiti pri temperaturi otopine do 80 C.Na kraju dobro isprati!Može se koristiti i za čišćenje kromiranih,pocinčanih,te pokositrenih,olovom prevučenih ili pozlaćenih predmeta!
Prema američkom patentu USPT 4,264,418

OBNAVLJANJE OŠTEĆENE PREVLAKE

NIKLANJE UTRLJAVANJEM

nikl klorid 60 gr
kositar klorid 30 gr
željezo klorid 10 gr
1 lit vode

Otopinu blago zakiseliti sa sumpornom kiselinom.krpu navlažiti sa otopinom,s njom zahvatiti malo cinka u prahu te trljati odmašćen i čist predmet.Željezo treba prvo pobakriti!
***Lit.9**

NIKLANJE URONJAVANJEM

nikl sulfat 12 gr
borna kiselina 6 gr
voda 1 lit.

Uroniti dobro odmašćene i od oksida očišćene predmete,5 min.,temp.

70-80 C,pH 3-4,za čelik.Isprati prvo u otopini sode bikarbone pa u vodi!
***Lit.7**

ELEKTROLITSKO NIKLANJE

nikl sulfat 140 gr
nikl klorid 16 gr
borna kiselina 20
gr voda 1lit
nikl anode,20 C, 0,3-1 A/dm2, pH 5,9
***Lit.1**

REDUKTIVNO NIKLANJE

nikl klorid 30 gr
natrij glikolat 50 gr
natrij hipofosfit 10 gr
voda 1 lit
pH4,5-5,temp.90-95 C

Otopi kemikalije po gornjem redu.Za željezo,kod bakra i slitina potreban je kontakt sa aluminijem,kad proces započne(razvijanje vodika) kontakt možemo prekinuti.
***Lit 9.**

KEMIJSKO BOJENJE OBNOVLJENIH DIJELOVA:

CRNA BOJA ZA NIKL

kalijev tiocijanat 0,5 gr
sumporna kiselina 50 gr
vodikov peroksid 25
ccm voda 1 lit.

Uroniti potpuno čiste i odmašćene predmete(15 C,15 min.),po pojavi boje dobro isprati.
Koristiti isključivo svježu otopinu.
***Lit.7**

1.6.2 VIŠEBOJNA PATINA

natrij tiosulfat 240 gr
olovo acetat 25 gr
kalij bitartrat 30 gr

voda 1 lit.

Uroniti čiste i odmašćene predmete,po pojavi boje dobro isprati.Boje nastaju jedna za drugom,ovisno o dužini uronjavanja!Raditi u rukavicama ,ne udisati isparenja,izbjegavati bilo kakav kontakt sa otopinom-olovni acetat je otrovan spoj !Umjesto ove otopine možemo koristiti i identičnu otopinu,samo olovo acetat zamijenimo bakar acetatom,te kalij bitartrat limunskom kiselinom-znatno manje otrovno od prve varijante,vrijeme uronjavanja je nažalost znatno duže -do 300 minuta!
***Lit. 7**

1.6.3 ŽUTA BOJA

barijev sulfid 1,5-4,5 gr
voda 1 lit

Čiste i odmašćene predmete uroniti u zagrijanu otopinu(40-70 C).Dobro isprati!
***Lit.7**

JEDNOSTAVNE METODE IDENTIFIKACIJE NIKLA

IDENTIFIKACIJA POMOĆU OTOPINE DIMETILGLIOKSIMA

koncentrirana klorovodična kiselina
1 % otopina dimetilglioksima

Kiselinu kapnuti na predmet(stražnji dio ili baza!),pustiti da djeluje te zatim kap upiti komadićem filter papira .Papir zatim kratko držati iznad otvora boce s amonijakom.Na dobivenu mrlju kapnuti kap otopine dimetilglioksima-ako dođe do stvaranja crvene boje radi se o niklu.
Odmah dobro isprati!
***Lit.10**

ADRESE NABAVLJAČA:

Trgovina Juriček
Zagreb, Trg Maršala Tita 9
danas je trgovina u Ilici
blizu ALU,Art Station
tel .01 65 88 779
www.juricek.hr
-restauratorski materijal i pribor, kemikalije

Sito Mas
Donje Svetice 40,Zagreb www.sito-mas.hr

-zlatarski alat i pribor

Crescat
Nova Ves 18,Zagreb
www.crescat.hr
-restauratorski materijal i pribor, kemikalije

Krom Studio d.o.o.
www.kromstudio.hr
/
-Suppa Chrome boja talijanske tvrtke New Fantachrome International SRL,posebna crna boja za podlogu,bezbojni lak sa tonerima,komplet oko 5 000 kn(cijena svibanj 2009.!)

KORIŠTENA LITERATURA

1.F.Lowenheim(Ed.):Modern Electroplating,3.edition,New York 1974.
2.W.Machu:Metallische Ueberzuge,Leipzig 1948
3.G.Buchner:Metallfaerbung,Berlin 1920.
4.E.Wiberg:Anorganska kemija,Zagreb 1967.
5.G.George:Money Making Formulas,Sidney 1949.
6.G.T.Bahvalov,A.V.Turkovskaja:Korozija i zaštita metala,Beograd 1949.
7.D.Fishlock;Metal Colouring,Teddington 1962.
8.J.Wolters:Der Gold und Silberschmied,Stuttgart 1981.
9.O.P.Kraemer:Rezepte fuer die Metallfaerbung und Metallueberzuege ohne Stromquelle,Saulgau 1983.
10-Praktische Galvanotechnik,Saulgau 1997.
11..K. Dennis and T.E. Such Nickel and chromium plating.Cambridge 1993.
12. Eičis,A.P. Dekorativnje pokritja metalov,Kijev 1961.

DODATAK IV

ČIŠĆENJE,ZAŠTITA I ODRŽAVANJE KROMIRANIH PREDMETA

OSNOVNE OSOBINE KROMA

Krom je srebrno bijel metal ,ponešto hladnog plavkastog tona,vrlo sjajan i izrazito tvrd(9 po Mohs-u,350 po Brinell-u). Specifična težina mu je 7,2 gr/cm3.Topi se na 1830 C.Svoju razmjerno visoku otpornost na koroziju duguje kao i aluminij,tankom oksidnom sloju koji se formira na njegovoj površini.Rastvaraju ga samo solna kiselina,vruća sumporna kiselina te otopine jakih alkalija .U svojim spojevima je 2,3 i 6 valentan.

KRATKA POVIJEST PRIMJENE

Prvu kromnu prevlaku dobio je 1854. Bunsen(po drugim izvorima Junot De Bussy 1848.),no zaista funkconalni procesi javljaju se tek 1924.godine(patenti Liebreich,Fink,Eldridge, osnova je Sargeantovo otkriće omjera anhidrida kromne i sumporne kiseline potrebnog za dobivanje prevlake).Prava industrijska primjena počinje tek krajem dvadesetih, početkom tridesetih godina prošlog stoljeća.Osim dekorativnog ,sjajnog kromiranja razvijeni su i procesi tvrdog kromiranja(oko1938.),te crno kromiranje i reduktivno kromiranje. Nakon 2.svijetskog rata u tadašnjem SSSR-u razvijeno je i nekoliko posebnih postupaka crnog kromiranja (krom ahat,krom oksid ,postupak sivih i crnih polja),te također i nekoliko posebnih postupaka dekorativnog kromiranja.

Najčešće se izvodi na željezu i čeliku , bakru i njegovim slitinama ,te cinku , aluminiju i plastičnim masama.Obično se ne primjenjuje direktno već na prethodno nanešenim slojevima bakra i nikla.

Od slitina u kojima se krom koristi treba istaknuti nehrđajuće čelike(od 1913.počinje šire korištenje),te nikrom slitinu.

Osim osnovnog procesa baziranog na primjeni anhidrida kromne kiseline danas (2021.) su u primjeni i procesi na bazi trovalentnih spojeva kroma,isti daju nešto tamniju prevlaku, no znatno su manje opasni po ljude i okoliš.Također su razvijene i otopine za 3-valentno crno kromiranje.

KOROZIJA KROMIRANIH PREDMETA

Korozioni procesi na kromiranim predmetima u pravilu su vezani uz metal koji služi kao nosioc kromiranog sloja(željezo,čelik,mjed,aluminij,cink).O klasičnoj oksidaciji možemo

govoriti tek na temperaturama iznad 500 C.Uprkos osjetljivosti na ione klora krom je prilično otporan na djelovanje morske vode, a rastvaraju ga kao što je već napomenuto samo klorovodična kiselina,vruća sumporna kiselina te jake alkalije.

OSNOVNE METODE ČIŠĆENJA KROMIRANIH PREDMETA: MEHANIČKO

ČIŠĆENJE

Možemo ga koristiti u slučajevima kada su produkti korozije osnovnog metala izbili na površinu,pa je potrebno njihovo uklanjanje.Ako koristimo abrazivna sredstva bitno je da im je tvrdoća manja od 9 po Mohsu.

KEMIJSKO ČIŠĆENJE

Kod korištenja kemijskih otopina izbjegavamo koristiti jako alkalne otopine te otopine koje sadrže ione klora ili klorovodičnu kiselinu,kao najbolje mogu se preporučiti otopine koje helatiraju spojeve osnovnog metala(npr. EDTA,amonij citrat,natrij citrat).

ELEKTROKEMIJSKO I ELEKTROLITSKO ČIŠĆENJE

Klasično elektrokemijsko čišćenje je u slučaju kromiranih predmeta najbolje izbjegavati,kao elektrolite ne koristiti otopine spomenute u prethodnom poglavlju(jake alkalije,klorovodična kiselina).

ČIŠĆENJE POMOĆU ULTRAZVUKA

Ultrazvučno čišćenje se ni u slučaju kroma ne može preporučiti,ako bi se u njega i upustili onda isključivo uz krajnji oprez!

OBRADA PREDMETA SA OŠTEĆENOM PREVLAKOM

Kako se kromirane površine prevlače vrlo tankim pasivnim oksidnim slojem,eventualno nanošenje nove prevlake moguće je isključivo uz potpuno uklanjanje stare,što je pak u izrazitoj suprotnosti sa osnovnim odrednicama konzervatorsko restauratorske aktivnosti,te se nikako ne može preporučiti.Danas na tržištu postoje specijalne boje za imitiranje kromne prevlake(Mirrachrome američke tvrtke ALSA,talijanska Suppachrome),i iste se uprkos trenutačno vrlo visoke cijene(cca.

400 kn/1 dl) mogu smatrati za praktično idealan materijal(lako se nanose,lako se uklanjaju).
Trovalentne kromne prevlake su pak u odnosu na klasičnu prevlaku dobivenu pomoću vrlo opasnih heksavalentnih kromata suviše

tamne,pa kao jedna od opcija ostaju prevlake koje imitiraju boju i sjaj kroma,prije svega one na bazi kobalt/cink,te kobalt/kositar.
Kao krajnja ,prilično neuvjerljiva,ali i potpuno reverzibilna varijanta ostaje korištenje aluminijskih ili kositrenih listića ,te praha(možemo ih i uglačati pomoću ahata ili čelika za poliranje).Mogao bi se koristiti i proizvod Bare metal foil koji koriste modelari.

ZAŠTITA I ODRŽAVANJE

Predmete kod kojih je prevlaka u dobrom stanju čuvamo kao i sve druge metalne predmete- znači u idealnom slučaju relativna vlažnost zraka ne iznad 40%(najmanje 45% ako se radi o predmetima kod kojih je metal kombiniran sa organskim materijalima!),jačina rasvjete najviše 150 lx,odnosno 50 lx za predmete gdje je metal kombiniran sa materijalom osjetljivim na svijetlo(papir,plastika,perje,drvo,koža itd.),temperatura 15-18 C.U slučajevima gdje je prevlaka u lošem stanju preporučena relativna vlažnost zraka može biti i znatno niža od prije navedenih vrijednosti. Sa predmetima obavezno rukovati u bijelim pamučnim ili polietilenskim rukavicama!Najbolje da su predmeti zaštićeni od prašine,UV zračenja,te zagađenog zraka,periodički kontrolirati stanje predmeta,nikako ne koristiti ambalažu od običnog papira ili kartona ,te drveta ,lesonita ,šperploče,ili iverice.

RECEPTURE ZA RAD:
ČIŠĆENJE

OTOPINA AMONIJEVOG CITRATA

50 gr limunske kiseline
l 1it vode
Dodati količinu amonijaka potrebnu za dobivanje željene pH vrijednosti-za željezo pH 3,5/za bakar i slitine 9/za cink i aluminij 7. Možemo koristiti zagrijanu(80 C) ili hladnu otopinu(sporije

djeluje).Na kraju dobro isprati!

PRAH ZA ČIŠĆENJE KROMIRANIH POVRŠINA

98 % (70-99,5 %) portland cementa(najfinije mljevenog)

0,75 % (0,25-10 %) natrijevog bikarbonata

1,25 % (0,5-20 %) magnezijeva silikata(talk)

Pomoću komada vlažne vate ili tkanine naprašene prahom trljati predmet.Ako je vjerovati navodima patenta na površini bi se trebao formirati zaštitni silikatni sloj.Dobro isprati!
Prema američkom patentu USPT 4,576,730

PRAH ZA ČIŠĆENJE /II

90 % silicijeve kiseline
10 % oksalne kiseline
Za poniklane i kromirane predmete prevučene hrđom.Vlažnu krpu posuti prahom i trljati predmet.Dobro isprati!Raditi u rukavicama - oksalna kiselina je otrovna! (Lit.2.)

OTOPINA ZA ČIŠĆENJE

20 ml dušične kiseline(konc.)
80 gr tiouree
1 lit vode
Nanijeti na predmet,te po postizanju efekta dobro isprati.Može se koristiti i na bakru,te srebru i njihovim slitinama.Izbjegavati bilo kakav kontakt sa otopinom.tiourea je kanceroge spoj!
Prema američkom patentu USPT 4,561,895

TEKUĆE SREDSTVO ZA ČIŠĆENJE

5 % amorfne silicijeve kiseline 1 % bentonita
10 % diklorbenzola
3 % trietanolaminoleata 0,5 % oleinske kiseline 80 % vode

(Lit.2.)

OTOPINA NATRIJEVA GLUKONATA

47,5 % natrijeva glukonata

47,5 % limunske kiseline
4,9 % vinske kiseline
0,1 % umreživača

Prirediti 1-10 % otopinu,koristiti pri temperaturi do 80 C.Na kraju dobro isprati!Može se koristiti i za čišćenje željeznih,bakrenih,poniklanih,pocinčanih,pokositrenih,olovom prevučenih ili pozlaćenih površina!
Prema američkom patentu USPT 4,264,418

ELEKTROLITSKA KUPKA ZA IMITIRANJE KROMNE PREVLAKE

kobalt sulfat	**20 gr**
cink sulfat	**10 gr**
limunska kiselina	**50 gr**

voda 1 lit
anoda od nehrđajućeg čelika,temp. oko 30 C
Prema američkom patentu USPT 4,299,671

REDUKTIVNO KROMIRANJE

krom fluorid	**17 gr**
krom klorid	**1,2 gr**
natrij citrat	**8,5 gr**
natrij hipofosfit	**8,5**
gr voda	**1 lit**

pH 8-11,temp.85-90 C
Za bakar i slitine,otopina je djelotvorna oko 8 sati.Sloj je svijetlo sive boje i može se polirati.Za rad na čeliku dodati 14 mll ledene octene kiseline,te istu količinu 20 % otopine NaOH.Reakciju potičemo kontaktiranjem predmeta sa aluminijem ili cinkom,po početku reakcije(razvijanje vodika) kontaktni metal više nije potreban.Kod pripreme prvo otapamo fluorid,dodamo klorid,zatim citrat ili acetat,te na kraju fosfit.
Izbjegavati bilo kakav kontakt sa otopinom,spomenuti spojevi kroma su kancerogeni !
(Lit.7)

REDUKTIVNO KROMIRANJE/II

krom fluorid 5-10 gr
krom klorid 5-10 gr
natrij pirofosfat 50-75 gr
natrij citrat 20-30 gr
voda 1 lit
pH 7,5-9/ temp.97-100 C
Za rad na poniklanoj podlozi.Priprema kao kod 1.8.
Izbjegavati bilo kakav kontakt sa otopinom,spomenuti spojevi kroma su kancerogeni!
(Lit.7)

ZAŠTITA

ZAŠTITNI LAK

20-75 gr Paraloida B 72 (ili 67 ili 44 ili 48 N)
1 lit toluola

Rastopiti smolu u otapalu,nanositi kistom ili prskanjem,isključivo na dobro odmašćene i čiste površine.

VOŠTANA PASTA
100 gr mikrokristalnog voska
25 gr polietilen voska
230 gr white spirita

Otopi voskove,dobro izmiješaj te uli white spirit(zapaljivo!).Dok se hladi cijelo vrijeme miješati,rezultat mora biti bijela pasta.U slučaju potrebe uklanja se sa white spiritom.

IDENTIFIKACIJA

IDENTIFIKACIJA KROMA

mješavina koncentrirane klorovodične kiseline i vode 1:1
otopina amonijevog sulfida

Kiselinu kapnemo na predmet(stražnja strana,baza ili neko drugo neuočljivo mjesto) te je pustimo da neko vrijeme djeluje.Potom kap upijemo pomoću malog komada filter papira,te na dobivenu mrlju kapnemo otopinu amonijevog sulfida.Ako se radi o kromu doći će do stvaranja zelene boje.Ispitivano mjesto odmah dobro isprati!(lit.4)

ADRESE NABAVLJAČA:

Trgovina Juriček
www.juricek.hr
Trg M.Tita 9,Zagreb
-restauratorski alat i pribor,ovlaživači,odvlaživači,kemikalije

Hospitalija
Amruševa 6,Zagreb
-kemikalije,laboratorijski pribor,filter papir

Sito Mas
Donje Svetice
40,Zagreb www.sito-
mas.hr
-kompletan zlatarski alat i pribor,drago kamenje

Crescat
Nova Ves 18,Zagreb
www.crescat.hr
-restauratorski alat i pribor,bezkiselinski papir i karton,kemikalije

KROM STUDIO d.o.o.

www.kromstudio.hr

-Suppachrome boja talijanske tvrtke New Fantachrome International SRL,posebna crna boja za podlogu, bezbojni lak i toneri,oko 5000 kn komplet(cijena svibanj 2009.!)

KORIŠTENA LITERATURA

1.W.Machu: Metallische Ueberzuege,Wien 1948.
2.W.Machu: Oberflaechenvorbehandlung von Eisen und Nichteisenmetallen,Leizig 1954.
3.F.W.Lowenheim(edit.):Modern Electroplating,New York 1973.
4.T.Stambolov,R.D.Bleck,N.Eichelmann:Korrosion und Konservierung von Kunst und Kulturgut aus Metall/I,Weimar 1987.

Praktische Galvanotechnik,Saulgau 1997.
6.J.Wolters:Der Gold und Silberschmied,Stuttgart 1981.
7.K.M.Vansovskaja: Metalličeskie pokritja nanesennie himičeskim sposobom,Lenjingrad 1985.
8.**Kraemer,O.P.;Weiner,R.;Fett,M. Die Geschichte der Galvanotechnik,Saulgau 1959.**
9.**J.K. Dennis and T.E. Such Nickel and chromium plating.Cambridge 1993.**
10.**Eičis,A.P. Dekorativnje pokritja metalov,Kijev 1961.**